

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510052124.5

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G03B 21/56

G03B 21/00

G02B 5/00

H04N 5/74

H04N 9/31

[43] 公开日 2005 年 9 月 7 日

[11] 公开号 CN 1664695A

[22] 申请日 2005.2.25

[21] 申请号 200510052124.5

[30] 优先权

[32] 2004. 2. 27 [33] US [31] 10/789,695

[71] 申请人 伯斯有限公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 巴雷特·利佩 马克·尼芬  
斯蒂芬·R·奥迪娅

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

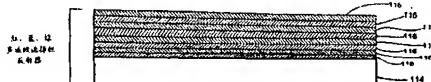
代理人 陶风波 侯宇

权利要求书 8 页 说明书 26 页 附图 31 页

[54] 发明名称 选择性反射

[57] 摘要

一种投影屏及其制造方法，该投影屏包括一多层、多波段、单堆叠装置，该装置选择性地反射波长在多个窄波长段内的光。该多层、多波段、单堆叠装置可以是一种标准具装置。该多层可以沉积在漫射衬底上。该投影屏还可以包括与投影仪共同运行的起偏器。投影仪使窄波长段内的透射光起偏至同样的极性，而屏则反射具有同样偏振态的光且不反射另一偏振态的光。该起偏器可以包括带有薄的偏振涂层的衬底。该屏可以包括表面不光滑的漫射体。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种用于制造投影屏的方法，其包括：

在一所述漫射衬底上沉积高折射率 ( $n$ ) 介质材料和低  $n$  材料层，  
5 使得所述诸层基本沿该漫射衬底的所述轮廓分布以提供漫射多层干涉结构；

在另一衬底上沉积一偏振涂层以提供一起偏器，用于透射一种线偏振光  
并吸收第二线偏振光；

在所述漫射多层干涉结构和不光滑漫射体的第一表面上至少一个上  
涂布第一层未固化粘合剂；

10 固化所述第一层未固化粘合剂以提供第一层固化粘合剂；  
在所述不光滑漫射体的第二表面上涂布第二层未固化粘合剂；  
固化所述第二层未固化粘合剂以提供第二层固化粘合剂；以及  
层压所述漫射多层干涉结构、所述不光滑漫射体、所述起偏器和一前漫  
射体，所述前漫射体的特征在于一漫射图样，其中叶瓣不垂直于所述前漫射  
15 体。

2. 如权利要求 1 所述的用于制造投影屏的方法，其中所述交替层的沉积  
进一步包括，

在沉积所述高  $n$  和低  $n$  介质材料交替层之前，在所述漫射衬底上沉积第  
一反射层，以及

20 在沉积所述高  $n$  和低  $n$  介质材料交替层之后，在所述交替层上沉积第二  
反射层。

3. 一种光学装置，其包括：

第一反射层；

第二反射层；

25 基本连续的介质材料层，每一层主要包括一种具有不同于相邻层、所述  
第一反射层和第二反射层之间诸层的材料的折射率 ( $n$ ) 的材料构成，所述  
基本连续的介质材料层经构造和安排使得所述光学装置的光学输出包括的  
波长在多个窄波长段中的光显著多于波长不在所述多个波长段中的光。

30 4. 如权利要求 3 所述的光学装置，其中所述第一反射层是高反射的，因  
此所述光学输出为波长在所述多个窄波长段中的反射光。

5. 如权利要求 4 所述的光学装置，其中所述第一反射层包括铝。

6. 如权利要求 3 所述的光学装置，其中所述第一反射层是部分反射的，因此所述光学输出包括波长在所述多个窄波长段中的透射光。
7. 如权利要求 3 所述的光学装置，其中所述第一反射层包括一包括反射材料的衬底。
- 5       8. 如权利要求 7 所述的光学装置，其中所述第一反射层包括漫射体。
9. 如权利要求 8 所述的光学装置，其中所述第一反射层包括铝。
- 10      10. 如权利要求 3 所述的光学装置，其中所述第一反射层包括漫射体。
11. 如权利要求 3 所述的光学装置，其中所述装置具有宽度、高度和厚度且其中所述宽度和高度大于七英寸。
- 10      12. 一种漫射光学装置，其包括：  
具有不平坦表面的光漫射衬底；  
设置在所述衬底上的介质材料层，所述诸层基本沿着所述漫射衬底的不平坦表面的轮廓分布，因此所述诸层的表面是不平坦的。
13. 如权利要求 12 所述的光学装置，其每一层主要由具有不同于相邻层的材料的折射率 (n) 的材料构成，所述光学装置经构造和安排使得波长在窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述波长段中的光的反射率。
14. 如权利要求 13 所述的光学装置，其进一步包括第一反射层和第二反射层，设置所述第一反射层和第二反射层的位置使得所述诸介质材料层介于所述第一反射层和所述第二反射层之间且使得所述第一反射层介于所述诸介质层和所述衬底之间且其中所述第一反射层和第二反射层沿着所述漫射衬底的不平坦表面的轮廓分布，因此所述反射层的表面是不平坦的。
- 15      15. 如权利要求 12 所述的光学装置，其中所述漫射衬底是反射的。
16. 如权利要求 15 所述的光学装置，其进一步包括一反射层，所述反射层置于所述诸介质材料层上使得所述反射层的表面是不平坦的。
- 25      17. 如权利要求 12 所述的光学装置，其中所述衬底的表面具有大小在 1 - 5 微米范围内和周期在 10 - 50 微米范围内的不平度。
18. 如权利要求 12 所述的光学装置，其中所述诸层经构造和安排使得波长在多个波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述多个波长段中的光的反射率。
- 30      19. 一种光学装置，其包括：  
第一不平坦、漫射、反射表面；

第二反射表面，其通过一间隙与所述不平坦漫射表面分隔，其中所述不平坦漫射反射表面、所述第二反射表面和所述间隙经构造和安排使得波长在窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述波长段中的光的反射率。

20. 如权利要求 19 所述的光学装置，其进一步包括：

5 介质材料层，其每一层主要由具有不同于相邻层的材料的折射率 (n) 的材料构成，所述诸层基本沿着所述漫射衬底的不规则表面分布，因此所述诸层的表面是不平坦的，其中所述不平坦漫射反射表面、所述第二反射表面和所述诸介质材料层经构造和安排使得波长在窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述波长段中的光的反射率。

10 21. 如权利要求 19 所述的光学装置，其中所述不平坦漫射反射表面为金属衬底的表面。

22. 如权利要求 21 所述的光学装置，其中所述金属衬底包括铝。

23. 如权利要求 19 所述的光学装置，其中所述不平坦漫射反射衬底包括一薄反射涂层。

15 24. 一种投影系统，其包括：

一多层投影屏，其包括：

一厚度在 1 到 10 微米范围内的偏振涂层，其沉积在一衬底上，其经构造和安排以选择性地吸收一种偏振光并透射其他偏振光。

20 25. 如权利要求 24 所述的投影系统，其进一步包括一投影仪，所述投影仪经构造和安排以使得波长在多个窄波长段中的光起偏到一种偏振态。

26. 如权利要求 25 所述的投影系统，其中所述投影屏进一步包括沉积在衬底上的诸介质材料层，每一层主要由具有不同于相邻层材料的折射率 (n) 的材料构成，其中所述诸介质材料层经构造和安排使得波长在多个窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述多个波长段中的光的反射率。

25 27. 如权利要求 26 所述的投影系统，其中所述衬底为漫射衬底。

28. 如权利要求 26 所述的投影系统，其中所述投影屏进一步包括第一反射层和第二反射层，其中所述诸介质材料层设置得介于所述第一反射层和第二反射层之间且其中所述第一和第二反射层以及所述诸介质材料层经构造和安排使得波长在多个预定非谐波窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述多个波长段中的光的反射率，且使得波长不在所述多个波长段中的光发生相消干涉。

29. 如权利要求 26 所述的投影系统，其中所述诸介质层进一步经构造和安排以透射波长不在所述多个波长段中的光，且其中所述投影屏进一步包括一吸收层用于吸收波长不在所述多个波长段中的光。

30. 如权利要求 25 所述的投影屏，其中所述第一偏振和第二偏振为线  
5 偏振。

31. 一种投影屏，经构造和安排使得波长在多个预定非谐波窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述多个波长段中的光的反射率，所述投影屏包括一选择性反射装置，所述选择性反射装置包括：

衬底；以及

10 连续介质材料层的堆叠结构，其每一层主要包括一种具有不同于相邻层的材料的折射率 (n) 的材料构成，所述诸层设于所述衬底上，所述诸层经构造和安排使得波长在多个非谐波窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述多个波长段中的光的反射率。

15 32. 如权利要求 31 所述的投影屏，其进一步包括一起偏器，用于透射波长被起偏为一种偏振态的光和吸收未被起偏为所述偏振态的光。

33. 如权利要求 31 所述的投影屏，其中所述诸层经构造和安排以透射未被反射的光，所述投影屏进一步包括吸收层以吸收被透射的光。

20 34. 如权利要求 31 所述的投影屏，所述选择性反射装置进一步包括第一反射层和第二反射层，其中所述诸介质材料层置于所述第一反射层和所述第二反射层之间且其中所述选择性反射装置经构造和安排以使波长在所述多个窄波长段之外的光发生相消干涉。

35. 如权利要求 34 所述的投影屏，其进一步包括起偏器，用于透射波长未被起偏为一种偏振态且在所述窄波长段中的光以及吸收波长不在所述窄波长段中的光。

25 36. 如权利要求 34 所述的投影屏，其进一步包括前漫射体，其中所述前漫射体经构造和安排以在 X 和 Y 方向上不对称地漫射。

37. 如权利要求 36 所述的投影屏，其进一步包括一起偏器，用于透射波长被起偏为一种偏振态的光和吸收未被起偏为所述偏振态的光。

38. 如权利要求 31 所述的投影屏，其进一步包括一起偏器，所述起偏  
30 器经构造和安排以透射一种偏振光和吸收其他偏振光。

39. 如权利要求 38 所述的投影屏，其进一步包括前漫射体，其中所述

前漫射体经构造和安排以在 X 和 Y 方向上不对称地漫射。

40. 如权利要求 38 所述的投影屏，其中所述屏基本是平面的，且进一步包括一光学装置，所述光学装置经构造和安排使得所述投影屏具有一光反射图样，所述光反射图样的特征在于一轴不垂直于所述投影屏平面的叶瓣。

5 41. 如权利要求 31 所述的投影屏，其进一步包括前漫射体，其中所述前漫射体经构造和安排以在 X 和 Y 方向上不对称地漫射。

42. 如权利要求 31 所述的投影屏，其中所述屏基本是平面的，且进一步包括一光学装置，所述光学装置经构造和安排使得所述投影屏具有一光反射图样，所述光反射图样的特征在于一轴不垂直于所述投影屏平面的叶瓣。

10 43. 如权利要求 42 所述的投影屏，其中所述光学装置经构造和安排使得所述投影屏具有一特征在于两个叶瓣的光反射图样。

44. 如权利要求 42 所述的投影屏，其中所述光学装置经构造和安排使得所述投影屏具有一光反射图样，所述光反射图样具有一叶瓣，所述叶瓣具有一轴，所述轴在相对于所述屏的平面的向上、向下、向左和向右中的一个 15 方向倾斜。

45. 一种多层投影屏，其包括：

一用于选择性反射光的选择性反射装置，使得波长在多个预定非谐波波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述多个预定非谐波波长段中的光的反射率；以及

20 一表面不光滑的漫射体，用于漫射波长在预定多个波长段中的光。

46. 如权利要求 45 所述的投影屏，其中所述表面不光滑的漫射体包括衬底和表面不光滑的漫射涂层。

47. 如权利要求 45 所述的投影屏，其中所述表面不光滑的漫射体位于所述选择性反射装置和起偏器之间。

25 48. 如权利要求 45 所述的投影屏，其中所述表面不光滑的漫射体为一用于选择性反射装置的衬底，所述选择性反射装置包括介质材料层，其每一层主要由具有不同于相邻层的材料的折射率 (n) 的材料构成。

49. 如权利要求 48 所述的投影屏，其中所述表面不光滑的漫射体为用于介质层的衬底且其中所述投影屏进一步包括

30 置于另一衬底上的第一反射层，其中所述介质层置于所述第一反射层上；以及

置于所述介质层上的第二反射层。

50. 一种用于制作多层投影屏的方法，其包括：

向所述投影屏的第一层涂布未固化粘合剂；

固化所述粘合剂；以及

5 将所述投影屏的第二层层压到所述第一层上。

51. 一种用于制作如权利要求 50 所述的投影屏的方法，其中将所述未固化粘合剂涂布到所述第一层上包括将所述粘合剂涂布到选择性反射器上，所述选择性反射器经构造和安排使得波长在多个窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在所述多个窄波长段中的光的反射率。

10 52. 一种用于制作如权利要求 51 所述的投影屏的方法，其中将所述粘合剂涂布到所述选择性反射器上包括将所述未固化粘合剂涂布到一多层次干涉滤光片上。

15 53. 一种用于制作如权利要求 51 所述的投影屏的方法，其中将所述未固化粘合剂涂布到所述选择性反射器上包括将所述未固化粘合剂涂布到一标准具装置上。

54. 一种用于制作如权利要求 51 所述的投影屏的方法，其中层压所述第二层包括层压一起偏器。

55. 一种用于制作如权利要求 54 所述的投影屏的方法，其中涂布所述第二层包括在衬底上淀积一偏振涂层。

20 56. 一种用于制作如权利要求 50 所述的投影屏的方法，其进一步包括：向所述投影屏的第二层涂布第二层未固化粘合剂；以及  
固化所述第二层粘合剂。

57. 一种基本为平面的投影屏，其包括一光学装置，所述光学装置经构造和安排使得所述投影屏具有一光反射图样，所述光反射图样的特征在于  
25 一叶瓣，所述叶瓣具有一不垂直于所述投影屏平面的轴。

58. 如权利要求 57 所述的投影屏，其中所述光学装置经构造和安排使得所述投影屏具有一特征在于两个叶瓣的光反射图样。

59. 如权利要求 57 所述的投影屏，其中所述光学装置经构造和安排使得所述投影屏具有一光反射图样，所述光反射图样具有一叶瓣，所述叶瓣具  
30 有一轴，所述轴在相对于所述屏的平面的向上、向下、向左和向右中的一个方向倾斜。

60. 一种投影屏，其经构造和安排以在所述屏的一个位置接收输入光，所述输入光在所述位置处以与所述屏的表面成一角度被吸收，所述投影屏进一步经构造和安排以沿着一系列围绕输出轴分布的输出方向从所述位置反射光，所述输出轴相对于所述表面成一角度，所述角度不同于所述表面为简单平面反射器时所成的角度。

61. 如权利要求 60 所述的投影屏，其中所述入射角是直角且所述输出角不是直角。

62. 如权利要求 60 所述的投影屏，其中所述入射角不是直角且所述输出角是直角。

10 63. 一种用于制造投影屏的方法，其包括：

向第一衬底上淀积介质材料层，每一层主要由具有不同于相邻层的材料的折射率 (n) 的材料构成；

向所述诸介质材料层上淀积第一反射层。

15 64. 一种用于制作如权利要求 63 所述的投影屏的方法，其进一步包括如下步骤：

在向所述第一衬底上淀积所述诸介质材料层之前，向所述第一衬底上淀积第二反射层，其中向所述第一衬底上淀积包括向所述第二反射层上淀积所述诸介质材料层。

20 65. 一种用于制作如权利要求 63 所述的投影屏的方法，其中向所述第一衬底上淀积诸介质材料层包括将所述诸介质材料层淀积到具有反射表面的衬底上。

66. 一种用于制作如权利要求 63 所述的投影屏的方法，其中向所述第一衬底上淀积诸介质材料层包括将所述诸层淀积到漫射衬底上。

25 67. 一种用于制作如权利要求 66 所述的投影屏的方法，其进一步包括如下步骤：

在向所述第一衬底上淀积所述诸介质材料层之前，向所述衬底上淀积第二反射层，其中向所述第一衬底上淀积包括向所述第二反射层上淀积所述诸介质材料层。

30 68. 一种用于制作如权利要求 67 所述的投影屏的方法，其中向所述第一衬底上淀积诸介质材料层包括将所述诸层淀积到具有反射表面的衬底上。

69. 一种用于制作如权利要求 68 所述的投影屏的方法，其中所述层压

步骤包括

向所述漫射衬底涂布一处于未固化状态的粘合剂；以及  
固化所述粘合剂。

70. 一种用于制作如权利要求 63 所述的投影屏的方法，其中所述层压  
5 步骤包括

向所述漫射衬底涂布一处于未固化状态的粘合剂；以及  
固化所述粘合剂。

71. 一种用于制作如权利要求 63 所述的投影屏的方法，其进一步包括：  
向第二衬底的一个表面上淀积一偏振层；

10 向所述第二衬底的另一个表面上淀积漫射层；以及  
将所述偏振层层压到所述反射层上。

72. 一种方法，其包括

在投影屏上接收投射光和环境光，处理所述光，以及相对于反射不在至  
少两个窄光谱段中的光优先反射在所述窄光谱段中的光部分，

15 所述处理发生在连续的高折射率材料和低折射率材料层之中。

73. 如权利要求 72 所述的方法，其中所述的光处理包括通过第一和第  
二反射层反射所述光，所述第一和第二反射层经构造和安排使得所述高折射  
率和低折射率材料连续层介于所述第一和第二反射层之间，因此波长不在多  
个窄波长段中的光发生相消干涉。

20 74. 如权利要求 72 所述的方法，其进一步包括通过投影仪起偏和通过  
所述屏起偏所述投射光和所述环境光，其中通过投影仪起偏使得所述投射光  
具有的一种线偏振光大致上多于另一种线偏振光，通过所述屏起偏所述投射  
光和所述环境光使得所述屏反射显著更多的所述一种线偏振光并吸收所述  
第二种线偏振光。

25 75. 如权利要求 72 所述的方法，其进一步包括通过一投影仪投射所述  
光，所述投影仪经构造和安排使得其投射的波长在所述多个窄波长段中的光  
大致上多于波长不在所述多个窄波长段中的光。

## 选择性反射

5 本申请为 2001 年 12 月 21 日提交的美国专利申请 10/028063 的部分继续申请，在此全文引入其内容以做参考。

### 技术领域

本发明一般性地涉及选择性反射，尤其是涉及用于诸如用在家庭影院或  
10 商务应用中的前投影显示系统的选择性反射。

### 背景技术

作为背景技术，参考美国专利 No. 5335022 和 5148309，它们涉及偏振屏 (polarized screen)。提高对比率的一种现有技术方法是在屏中置入中性密度吸收 (neutral density absorption) 并适当提高投影仪的光输出以做补偿。  
15

### 发明内容

一种用于制造投影屏的方法，该方法包括向具有一轮廓的漫射衬底上淀  
积多层高折射率 ( $n$ ) 介质材料和低  $n$  材料使得诸层大体上沿着漫射衬底的  
20 轮廓以提供一漫射多层干涉结构；在另一个衬底上淀积偏振涂层以提供用于  
透射具有一种线偏振的光且吸收具有第二种线偏振的光的起偏器；在漫射多  
层干涉结构或不光滑漫射体中的至少一个上涂布第一层未固化的粘合剂；固  
化第一层未固化的粘合剂以提供第一层固化粘合剂；在起偏器和不光滑漫射  
25 体中的至少一个上涂布第二层未固化的粘合剂；固化该第二层未固化的粘合  
剂以提供第二层固化粘合剂；以及层压该漫射多层干涉结构、该不光滑漫射  
体、该起偏器和前漫射体，其中该前漫射体的特征在于一漫射图样，其中的  
叶瓣 (lobe) 不垂直于该前漫射体。诸层的淀积可以进一步包括，在淀积高  
n 和低 n 介质材料交替层之前，在漫射衬底上淀积第一反射层，以及在淀积  
高 n 和低 n 介质材料交替层之后在诸交替层上淀积第二反射层。  
30

一种光学装置，包括第一反射层、第二反射层和基本连续的介质材料层。  
每一层主要由折射率 (n) 不同于相邻层材料的材料构成。诸层淀积在该第

一反射层和第二反射层之间，并且经构造和安排使得该光学装置的光学输出包括的具有多个窄波长段内的波长的光比具有不在多个波长段内的波长的光充分得多。

该第一反射层可以是高反射的，以便光学输出是具有在多个窄波长段内的波长的反射光。该第一反射层可以包括铝。

该第一反射层可以是部分反射的，以便光学输出包括具有在多个窄波长段中的波长的透射光。

该第一反射层包括一衬底，该衬底包括反射材料。

该第一反射层可以包括漫射体。

10 该第一反射层可以包括铝。

该第一反射层可以包括漫射体。

该装置可以具有大于七英寸的宽度和高度。

一种漫射光学装置包括一具有不平坦表面的光漫射衬底。诸层介质材料沉积在该衬底上。诸层大体上沿着该漫射衬底的不平坦表面的轮廓分布，从而诸层的表面是不平坦的。

每—层主要由具有不同于相邻层材料的折射率( $n$ )的材料构成。可以对该装置加以构造和安排，使得具有窄波长段内的波长的光的反射率显著大于具有不在该波长段内的波长的光的反射率。

20 该装置可以包括第一反射层和第二反射层，安排第一反射层和第二反射层的位置使得诸介质材料层介于该第一反射层和第二反射层之间且该第一反射层介于介质层和衬底之间。第一反射层和第二反射层沿着该漫射衬底的不平坦表面分布，因而反射层的表面是不平坦的。

该漫射衬底可以是反射性的。

25 该装置可以进一步包括一反射层，该反射层沉积在诸介质材料层上使得该反射层的表面是不平坦的。

衬底的表面可以具有大小在1-5微米的范围内且周期在10-50微米的范围内的不平坦度。

可以对诸层加以构造和安排，使得具有在多个波长段内的波长的光的反射率显著大于具有不在该多个波长段内的波长的光的反射率。

30 一种光学装置包括第一不平坦、漫射、反射表面和与不平坦漫射表面间隔一间隙的第二反射表面。对该不平坦漫射反射表面、第二反射表面和间隙

进行构造和安排使得具有在窄波长段中的波长的光的反射率显著大于具有不在该波长段中的波长的光的反射率。

该光学装置可以进一步包括多个介质材料层，每一层主要由具有不同于相邻层材料的折射率（n）的材料构成。诸层可以大体上沿着该漫射衬底的  
5 不平坦表面的轮廓分布，从而诸层的表面是不平坦的。可以对该不平坦漫射反射表面、第二反射表面和诸介质材料层加以构造和安排使得具有在窄波长段中的波长的光的反射率显著大于具有不在该波长段中的波长的光的反射率。

该不平坦漫射反射表面可以是一金属衬底的表面。

10 该金属衬底可以包括铝。

该不平坦漫射反射衬底可以包括一薄的反射涂层。

一种投影系统包括一多层投影屏。该投影屏包括一沉积在衬底上的厚度在1-10微米范围内的偏振涂层。该偏振涂层经构造和安排以选择性地吸收一种偏振态的光并透射其他偏振态的光。

15 该投影系统可以进一步包括一投影仪，该投影仪经构造和安排以令具有多个窄波长段中的波长的光起偏具有一种偏振态。

该投影屏可以包括多个介质材料层，每一层主要由具有不同于相邻层材料的折射率（n）的材料构成。诸层可以沉积在衬底上。诸介质材料层经构造和安排使得具有在多个窄波长段中的波长的光的反射率显著大于具有不在该多个波长段中的波长的光的反射率。  
20

该衬底可以是一种漫射衬底。

该投影屏可以进一步包括第一反射层和第二反射层，其中诸介质材料层置于该第一反射层和第二反射层之间且其中该第一和第二反射层以及诸介质材料层经构造和安排使得具有在多个预定非谐波窄波长段中的波长的光的反射率显著大于具有不在该多个波长段中的波长的光的反射率且具有不在该多个波长段中的波长的光发生相消干涉。  
25

诸介质层可以构造并安排得透射具有不在多个波长段中的波长的光。该投影屏可以进一步包括一吸收层，用于吸收波长不在该多个波长段中的光。

第一偏振态和第二偏振态可以是线偏振态。

30 一种投影屏经构造和安排使得波长在多个预定的非谐波窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在该多个波长段中的光的反射率。该投影屏包括

一选择性反射装置。该选择性反射装置包括衬底和连续介质层堆叠结构。每一层主要由折射率 ( $n$ ) 不同于相邻层材料的材料构成。诸层沉积在衬底上且经构造和安排使得波长在多个非谐波窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在该多个波长段中的光的反射率。

5 该投影屏可以进一步包括一起偏器，用于透射具有被起偏为一种偏振态的波长的光且吸收未被起偏为该一种偏振态的光。

诸层可以被构造和安排得透射未反射的光。该投影屏可以进一步包括一吸收层以吸收透射光。

该选择性反射装置可以进一步包括第一反射层和第二反射层。诸介质材料层可以置于该第一反射层和第二反射层之间。构造和安排该选择性反射装置以引起波长在多个窄波长段之外的光发生相消干涉。

该投影屏可以进一步包括一起偏器，用来透射波长被起偏为一种偏振态且在窄波长段中的光以及吸收波长不在窄波长段中的光。

该投影屏可以进一步包括一前漫射体。该前漫射体经构造和安排以在 X 和 Y 方向不对称地漫射。

该投影屏可以进一步包括一起偏器，用来透射波长被起偏为一种偏振态的光以及吸收波长未被起偏为一种偏振态的光。

该投影屏可以进一步包括一起偏器，该起偏器经构造和安排以透射一种偏振态的光并吸收其他偏振态的光。

20 该投影屏可以进一步包括一前漫射体。该前漫射体可以经构造和安排以在 X 和 Y 方向不对称地漫射。

该投影屏可以进一步包括一光学装置，该光学装置经构造和安排以使得该投影屏具有一光反射图样，该图样的特征在于一具有不垂直于投影屏平面的轴的叶瓣。

25 该投影屏可以进一步包括一前漫射体。该前漫射体可以经构造和安排以在 X 和 Y 方向不对称地漫射。

该投影屏可以进一步包括一光学装置，该光学装置经构造和安排以使得该投影屏具有一光反射图样，该图样的特征在于一具有不垂直于投影屏平面的轴的叶瓣。

30 该光学装置可以经构造和安排以使得投影屏具有特征为两个叶瓣的光反射图样。

该光学装置可以经构造和安排以使得该投影屏具有一光反射图样，该图样的特征在于具有一叶瓣，该叶瓣具有相对于屏的平面向上、向下、向左或向右倾斜的轴。

一种多层投影屏包括选择性反射装置和表面不光滑的漫射体，其中该选择性反射装置用于选择性地反射光，使得波长在多个预定的非谐波波长段中的光的反射率显著大于波长不在多个预定的非谐波波长段中的光的反射率；而表面不光滑的漫射体用于漫射波长在多个预定的波长段中的光。

该表面不光滑的漫射体可以包括衬底和表面不光滑的漫射涂层。

该表面不光滑的漫射体可以置于选择性反射装置和起偏器之间。

该表面不光滑的漫射体可以是用于选择性反射装置的衬底，该选择性反射装置可以包括多层介质材料，每层主要由折射率（n）不同于相邻层材料的材料构成。

该表面不光滑的漫射体可以是用于诸介质层的的衬底，其中该投影屏进一步包括一置于另一衬底上的第一反射层。诸介质层可以置于该第一反射层上。可以在诸介质层上设置第二反射层。

一种用于制造多层投影屏的方法包括向投影屏的第一层涂布未固化的粘合剂；固化该粘合剂；以及将该投影屏的第二层层压到该第一层上。

向一层涂布未固化的粘合剂可以包括向选择性反射器涂布该粘合剂。该选择性反射器可以经构造和安排，使得波长在多个窄波长段中的光的反射率显著大于波长不在该多个窄波长段中的光的反射率。

向该选择性反射器涂布未固化的粘合剂可以包括向一多层干涉滤光片涂布未固化的粘合剂。

向该选择性反射器涂布未固化的粘合剂可以包括向一标准具装置涂布未固化的粘合剂。

层压第二层可以包括层压一起偏器。

涂布第二层可以包括往衬底淀积一偏振涂层。

用于制造投影屏的方法可以进一步包括向该投影屏的第二层涂布未固化的粘合剂并固化该第二层粘合剂。

一种投影屏可以包括一光学装置，该装置经构造和安排使得该投影屏具有一光反射图样，该反射图样的特征在于一叶瓣，该叶瓣具有一不垂直于该投影屏的平面的轴。

该光学装置可以被构造和安排得使该投影屏具有特征为两个叶瓣的光反射图样。

该光学装置可以经构造和安排使得该投影屏具有一光反射图样，该反射图样具有一叶瓣，该叶瓣相对于屏的平面向上、向下、向左或向右倾斜。

5 一种投影屏经构造和安排以在屏的一位置处接收光。输入光在该位置相对于屏表面成一角度被接收。该投影屏可以进一步经构造和安排以从该位置沿着可以围绕一输出轴分布的一系列输出方向反射光。该输出轴可以与该表面成一角度，该角度与该表面为简单平面反射器时所得的角度不同。

输入角可以是垂直的而输出角可以不是垂直的。

10 输入角可以是不垂直的而输出角可以是垂直的。

一种用于制造投影屏的方法包括向第一衬底上淀积多层介质材料。每一层主要由折射率 ( $n$ ) 不同于相邻层材料的材料构成。该方法可以进一步包括向诸介质层上淀积一第一反射层。

15 用于制造投影屏的方法可以进一步包括如下步骤：在向该第一衬底淀积诸介质层之前，向该第一衬底上淀积第二反射层。向该第一衬底淀积可以包括向该第二反射层上淀积诸介质层。

向第一衬底上淀积诸介质层可以包括向具有反射表面的衬底上淀积诸介质层。

向第一衬底上淀积诸介质层可以包括向漫射衬底上淀积诸层。

20 用于制造投影屏的方法可以进一步包括如下步骤：在向该第一衬底淀积诸介质材料层之前，向该衬底上淀积第二反射层。向该第一衬底淀积可以包括向该第二反射层上淀积诸介质材料层。

向第一衬底上淀积诸介质材料层可以包括将诸层淀积到具有反射表面的衬底上。

25 层压步骤可以包括向该漫射层涂布处于未固化状态中的粘合剂以及固化该粘合剂。

该层压步骤可以包括向漫射层涂布处于未固化状态中的粘合剂并固化该粘合剂。

30 用于制造投影屏的方法可以进一步包括向第二衬底的一个表面上涂布一偏振层；向该第二衬底的另一表面上淀积一漫射层；以及将该偏振层层压到该反射层上。

一种方法可以包括，在一投影屏处接收投射光和环境光，处理光，相对于可能不在窄光谱段中的光的反射优先地反射可能在至少两个窄光谱段中的部分光。处理发生在连续交替排列的诸高折射率材料和低折射率材料层中。

5 光的处理可以包括利用第一和第二反射层反射光，以便波长不在多个窄波长段中的光发生相消干涉，其中第一和第二反射层经构造和安排使得高折射率和低折射率的诸交替层可以介于第一和第二反射层之间。

该方法可以进一步包括利用投影仪起偏投射光和利用屏起偏投射光和环境光，其中利用投影仪起偏投射光使得投射光包含的一种线偏振的光显著  
10 多于另一种线偏振的光，而利用屏起偏投射光和环境光使得屏基本上反射一种线偏振光而吸收第二种线偏振光。

该方法可以进一步包括用投影仪投射光，该投影仪经构造和安排使得其透射的波长在多个窄波长段中的光显著多于波长不在多个窄波长段中的光。

本发明的一个或多个实施例的详情在以下的附图和说明书中给出。本发  
15 明的其他特征、目的和长处可以从说明书、附图和权利要求中了解。

#### 附图说明

- 图 1 是作为波长的函数，人眼对光能量的敏感度图示；  
图 2 为现有技术中三堆叠结构多层干涉滤光片的结构；  
20 图 3 为单堆叠结构、多层、多波段干涉滤光片；  
图 4A 和 4B 为示范性多层涂层的表格；  
图 5A 和 5B 为两个示范性多层涂层的反射率作为波长的函数图示；  
图 6 为多层、多波段标准具结构；  
图 7 为示范性多层、多波段标准具结构的表格；  
25 图 8 为一多层多波段标准具结构和一多层多波段非标准具结构的反射率作为波长的函数图示；  
图 9 为视角对多层多波段非标准具涂层的反射率的影响的图示；  
图 10A 为依据本发明的投影屏上的透镜组的侧视图；  
图 10B 为微透镜屏的正视图；  
30 图 11 为穿过漫射多层多波段结构的截面图；  
图 12 穿过图 11 的结构一部分的截面图；

- 图 13 为穿过依据本发明的仅有一前表面漫射体的示范性投影屏的截面图；
- 图 14A 为穿过依据本发明的具有简化构造的示范性投影屏的截面图；
- 图 14B 为穿过依据本发明的同时具有前表面漫射体和内嵌 (immersed)
- 5 漫射体的示范性投影屏的截面图；
- 图 15A 为穿过一具有示范性漫射体和示范性粘合剂层的结构的截面图；
- 图 15B 为用于制备图 15A 的结构的工艺的框图；
- 图 16A 为穿过一包括示范性漫射体和包括 b 阶段粘合剂的示范性粘合剂层的结构的截面图；
- 10 图 16B 为用于制备图 16A 的结构的工艺的框图；
- … 图 17A – 17F 为穿过示范性反射反射投影屏的截面图；
- 图 17G 为用于制备图 17F 的结构的工艺的框图；
- 图 18 为经滤波后的投影仪的光谱作为波长的函数的图示；
- 图 19 为将光学波长与颜色联系起来的色卡图；
- 15 图 20 为示出本发明所获得的改进性能的色卡图；
- 图 21A 和 21B 为示范性反射图样；
- 图 22 为典型观察模式的例子；以及
- 图 23A – 23C 为可选观察模式的例子。

## 20 具体实施方式

附图的截面视图未按比例绘制。实际尺寸如说明书和图中所注。截面图意在示出多层装置诸层的顺序。多层装置诸层的表示为示意性的并不代表材料的实际轮廓。非对称漫射体在说明书中描述，可能不具有如图所示的平坦轮廓。

25 现在参考附图，特别是图 1，其给出了人眼的敏感度作为光学波长的函数的图示，从短波长的蓝光开始延伸到长波长的红光，峰值在中部的绿光处。

参考图 2，其示出了一种现有技术的选择性反射器，该反射器包括三个多层、单波段的反射型干涉滤光片。多层干涉滤光片 (MLI) 一般包括多个介质材料层，每一材料层具有不同于相邻层或诸介质材料层的材料的折射率 (n)。使相邻层之间的 n 差异最大化通常是有利的，因此一般在相邻层中使用交替的高 n 材料（诸如  $TiO_2$ 、 $Nb_2O_5$ 、或  $Ta_2O_5$ ）和低 n 材料（诸如  $SiO_2$ ）

层。还可能在相邻层中使用中等  $n$  的材料（诸如  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ），或者两种具有高  $n$  的材料（或者两种具有低  $n$  的材料）。关于多层干涉滤光片的其他信息可以参考 H.A. Macleod 著的 *Thin Film Optical Filters*, 书号为 ISBN 0750306882.

在图 2 的装置中，用于反射波长在绿光谱段中的光的多层干涉 (MLI) 5 滤光片包括衬底 102 和一“堆叠结构”，该堆叠结构包括多层介质材料 104，每层材料具有不同于相邻层或诸介质材料层的材料的折射率 ( $n$ )。用于反射波长在蓝光谱段中的光的 MLI 包括衬底 106 和一堆叠结构，该堆叠结构包括多层介质材料 108，每层材料具有不同于相邻层或诸介质材料层的材料的折射率 ( $n$ )。用于反射波长在红光谱段中的光的 MLI 包括衬底 110 和一堆叠 10 结构，该堆叠结构包括多层介质材料 112，每层材料具有不同于相邻层或诸介质材料层的材料的折射率 ( $n$ )。衬底 102、106 和 108 应当比光的相干长度厚，以避免红、绿和蓝滤光片之间的干涉效应。基于 UHP 的投影仪的光的典型相干长度在几个微米的量级上。

参考图 3，其示出了一单堆叠结构、多层、多波段选择性反射器。该单 15 堆叠结构、多层、多波段选择性反射器包括单一衬底 114。衬底是用于在其上淀积薄层且为薄层提供结构支撑的基础材料。典型的衬底为光滑的厚 1 到 10 mil (密耳) 的聚对苯二甲酸乙二酯 (polyethelene terephthalate, PET) 膜，尽管下面的一些图中将会包括其他类型的衬底，诸如不光滑衬底和金属衬底。该单堆叠结构、多层、多波段选择性反射器进一步包括一单个堆叠结构， 20 其包括多个介质材料层 116，每层材料具有不同于相邻层或诸介质材料层的材料的折射率 ( $n$ )。该选择性反射器反射多个光谱段内的光，在此例中为红光、蓝光和绿光。该选择性反射器的反射多个光谱段中的光的诸层 116 是连续的，即，没有中间组件，如衬底，其不是诸介质材料层中的一层。

参考图 4A 和 4B，其给出了展示典型多层涂层例子的表，其中多层涂层 25 具有多个所示材料和所示厚度的层（有些层包括 2 个子层）。在图 4A 和 4B 中，以列的形式按照淀积顺序列出了诸层。因此，举例来说，在图 4A 中， 600 nm 厚的硅层是淀积的第一层，因此是底层；21.91 nm 厚的  $\text{SiO}_2$  层为最后淀积的层，因此为顶层；而 78.38 nm 厚的  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  层是紧在 23.91 nm 厚的  $\text{SiO}_2$  层之前淀积的。使用可从 Software Spectra Inc. (Internet 地址 30 [www.tfcalc.com](http://www.tfcalc.com)) 获得的软件可以找到其他选择性反射波长在诸窄波段中的光的材料组合。

图 4A 和 4B 的表中的涂层经构造和安排使得在三个间隔的光能量窄波段（例如红、绿和蓝光波段）中的光的反射率显著大于其他可见波长的反射率。在零度入射角 (AOI) 时，从 450 到 490 nm 的平均反射率一般大于 90%，从 540 到 570 nm 大于 75%，而从 610 到 650 nm 大于 80%。在零度 AOI 时，  
5 从 500 到 530 nm 的平均反射率一般小于 10%，从 500 到 530 nm 平均小于 20%，而从 580 到 600 nm 平均小于 20%。在零度 AOI 时，从 660 到 780 nm 的反射率一般平均小于 50%。

参考图 5A 和 5B，分别示出了图 4A 和 4B 所示的涂层设计的光谱性能的图示。

10 另一种类型的单堆叠结构、多波段、多层次选择性反射器可以使用标准具、或法布理-珀罗 (Fabry-Perot) 装置制造。在传统的标准具中，两个平行的反射镜以长度为  $d$  的间隙隔开，间隙中通常填充诸如空气或气体的媒质。如果两个镜子都是部分反射的，波长为  $\lambda=2d/m$  (其中  $m$  为一整数) 的光以最小损耗透射而其他波长的光则发生相消干涉。如果光入射一侧的镜子是部分反射的而非光入射侧的镜子是高反射的，波长为  $\lambda=2d/m$  的光以最小损耗被反射而其他波长的光则在标准具内发生相消干涉。  
15

可以在以下 Internet 地址找到关于法布理-珀罗装置的更多信息：  
<http://physics.usask.ca/~angie/ep421/lab3/theory.htm>。由于  $m$  是一个整数，被选择性反射的波长是谐波。

20 参考图 6，其中示出了一利用标准具(etalon)结构的单堆叠结构、多层次、多波段干涉滤光片。第一反射层 118 (例如材料为铝的高反射层) 以及第二反射层 120 (例如材料为诸如铝的部分反射层) 由多个介质材料层 122 隔开，介质材料层的每一层材料具有不同于相邻层或诸介质材料层材料的折射率 ( $n$ )。如箭头 124 所示，处于多个非谐波波长 (即，依据等式  $\lambda=2d/m$  所反射的波长中的一或多个  $m$  值不是整数) 中的光的反射率显著大于其他波长光的反射率，其他波长的光在标准具装置中发生相消干涉。如果第一反射层 118 是部分反射的，如箭头 126 所示，一般通过调节该层的材料或厚度，在多个波长中的光的透射率显著大于其他波长的光。诸层基本上是连续的，即它们基本上在整个屏上延伸，使得屏上的所有点都均匀地反射同样的波段。诸反射层也可以是多层次干涉装置，其层厚和材料通过选择使得该多层次干涉装置是宽带高反射的；为方便和简单起见，附图中的诸反射层将示为单层。如果需  
25  
30

要，还可以有一任选的诸如  $\text{SiO}_2$  的适当材料的保护层 128。

参考图 7，其中示出了一材料和厚度表，当在图 6 的结构中使用这些材料和厚度时，选择性地反射（或透射）在诸如红、绿和蓝波长段的多个预定非谐波波长段中的光。如图 4A 和 4B，诸层以淀积顺序列出。因此，举例来说，50.0 nm 厚的 Al 层是第一个淀积的层并相应于第一反射层 120，而 94.7 nm 厚的  $\text{SiO}_2$  层是最后淀积的层，因此是任选的顶部保护层。

参考图 8，其中示出了计算得到的图 7 的标准具 MLI 的光谱性能的曲线，与计算得到的类似于图 4A 和 4B 的 MLI 涂层的非标准具 MLI 的曲线 190 进行了对比。使用可从 Software Spectra Inc., (Internet 地址 [www.tfcalc.com](http://www.tfcalc.com)) 获得的软件可以设计其他选择性反射波长在诸窄波段内的光的材料和层的组合。诸层可以通过多种技术淀积。一种合适的技术在 R. Bakish 编辑的 *Proceedings of the Thirteen International Conference on Vacuum Web Coating* (1999 年 10 月 17 - 19 日), pp. 58 - 67 的 Shimoda, et al., 的文章“Multi-layer Dichroic Coatings on Plastic Webs”中有所描述，该书可从新泽西州的 Bakish Materials Corporation of Englewood 得到。诸层也可以通过其他薄膜涂布技术，诸如蒸镀淀积。诸层可以通过能将 MLI 做得足够大的方式进行淀积，MLI 的尺寸足以使其成为一投影屏的基本连续层，该投影屏具有大于七英寸 (17.8 cm) 的宽度和高度，并且可能大到 60 英寸 (152.4 cm) 或更大。

参考图 9，给出了入射角为 0 度、7 度和 15 度时反射率作为波长的函数的图示，以示出典型涂层设计（并非图 4A 和 4B 所列的）的入射角对反射率的影响。

参考图 10A，示出了投影屏上的透镜组的侧视图，该透镜组具有大的输入透镜 11 和小的输出透镜 12。

参考图 10B，示出了包括输入透镜 11 和输出透镜 12 的非对称微透镜的布局。

参考图 11，示出了一漫射 MLI(DMLI) 结构，其包括漫射元件和选择性反射元件。DMLI 结构 160 包括漫射体 150，其具有不平坦表面以选择性漫射光。漫射体可以是对称的，例如不光滑漫射体，或者是非对称的漫射体，例如经构图的漫射体，两者都在说明书的其他部分讨论。漫射体可以是带有漫射光的不平坦表面的衬底，或者可以是具有漫射涂层的衬底。一般地，适合的漫射体是在垂直方向上提供 0 - 30 度漫射角（即，反射光具有法线处

反射光的一半功率处相对于屏表面的法线所成的角度)且在水平方向上提供 5 - 30 度漫射角。涂覆在漫射体 150 上的是一种标准具型的反射器 152。该 标准具型反射器包括第一反射层 154 和第二反射层 156。在反射层 154 和 156 之 10 间是多个介质材料层 158, 如图 6 的讨论部分所述, 其每一层的材料具有 不同于相邻层或诸介质材料层的材料的折射率 (n)。

参考图 12, 示出了一部分(例如漫射体 150 的部分 192)、第一反射层 154 和介质层 158 的放大截面视图。如上所述, 诸层是基本连续的, 即, 它们基本延伸在屏的整个可视区域内。反射层和介质层一般是沿着漫射体的轮廓分布的, 不过取决于所用的涂布工艺的类型, 介质层的厚度可能不是均匀 15 的, 因此后来的诸层可能具有稍微不同于漫射体和在先沉积诸层的轮廓的轮廓。例如, 如图 12 所示, 更加平行于屏的平面 194(在截面中表现为一直线) 的部分表面处的涂层厚度可能会比较不平行于该屏的平面的部分表面的涂层厚。在一些条件下, 有些涂层材料是以不垂直于屏平面的方向接近漫射体的(例如, 如箭头 196 所示的), 此时更加垂直于涂层材料接近方向的表面 20 部分可能会厚于(未在此视图中示出)较不垂直的表面部分。下面将会进一步讨论涂层厚度的变化。

参考图 13, 示出了穿过依据本发明的示范性投影屏的截面图, 该投影屏 形成有黑膜 36, 其通过透明粘合剂层附有一分色滤光片 34, 该分色滤光片 34 在将不需要的波长透射到黑膜 36 的同时反射有用的波长。分色滤光片 34 25 通过低双折射透明粘合剂层附着到起偏器 33 上, 该起偏器 33 透射投影仪的 光而基本吸收掉环境光。起偏器 33 通过低双折射透明粘合剂层附着到漫射 体 32 上, 该漫射体 32 具有表面部件以非对称地增大视角并减少眩光。

参考图 14, 示出了类似于图 13 中的投影屏的截面图, 该投影屏具有多 处变化。图 14A 的投影屏包括一前漫射体 41, 没有其他漫射体。图 14B 的 20 投影屏包括前漫射体和内嵌漫射体。

漫射体可以通过粘合剂层压到相邻层和组件上。参考图 15A, 示出了一 漫射体 138, 其上涂覆有压力敏感的粘合剂层 140, 该粘合剂层 140 根据图 15B 的工序涂覆。在步骤 206 中, 将固化(“黏性”或“胶粘的”)状态下的 粘合剂涂到诸如漫射体的组件上。在步骤 208 中, 涂覆一未示出的后续组件。 30

参考图 16A, 示出了一漫射体 138, 其上涂覆有压力敏感的粘合剂层 142, 该粘合剂层 142 根据图 16B 的工序涂覆。在步骤 210 中, 将未固化的或“b

阶段”状态下的粘合剂涂覆到诸如漫射体的组件上。在步骤 212 中，固化该粘合剂。在步骤 214 中，涂覆一未示出的后续层。

参考图 17A-F，示出了其他投影屏的截面图，它们示出了一些元件的其他细节和变化。

5 在图 17A 中，示出了一投影屏。将吸收衬底 174 层压到单堆叠结构、多波段、多层选择性反射器 175 上，该反射器 175，举例来说可以是图 3 所示的类型。利用粘合剂将该单堆叠结构、多波段、多层选择性反射器层压到不光滑漫射体 148 上，粘合剂在未固化（b 阶段）下涂覆并随之固化（为简单起见，下文中和图中称其为“固化的 b 阶段粘合剂”）。以同样的方式将起偏器 162 层压到不光滑漫射体 148 上。可以通过常规方式涂覆的粘合剂将前漫射体 164 层压到起偏器 162 上，该前漫射体 164 可以是不光滑漫射体，或者如该视图所示，是某种在 X 和 Y 方向上不对称地漫射的漫射体。  
10

在图 17B 的投影屏中，如图 11 所示的漫射选择性反射器 160 包括诸如漫射衬底 178 的漫射衬底，其可以通过在漫射体的表面上擦出诸如擦痕 180 15 的垂直擦痕来形成，这使得光在 X（水平）方向上漫射得比在 Y（垂直）方向上的多。漫射衬底 178 上涂布的是标准具型的选择性反射器 152，其包括第一反射层 154 和第二反射层 156。反射层 154 和 156 之间是多个介质材料层 158，每层材料都具有不同于相邻层或诸介质材料层材料的折射率（n），如上面在图 6 的讨论中所述的那样。通过固化的 b 阶段粘合剂层压到漫射选择性反射器 160 上的是起偏器 166，其包括衬底 168，该衬底涂布有一偏振涂层 170，诸如美国专利 5,739,296 中所述的涂层。起偏器 166 也可以是传统起偏器。通过传统方式涂布的粘合剂层压到起偏器 166 上的可以是一非对称前漫射体 164。  
20

参考图 17C，示出了与图 17B 的屏相似的投影屏，其中的前漫射体 164 为一光整形（light shaping）漫射体 182 所取代。该光整形漫射体可以经构造和安排以不对称地漫射光或生成其他衍射图样，如下面在图 21 的讨论中所述。此外，垂直擦磨的衬底 178 为一不光滑衬底 150 所取代。  
25

参考图 17D，示出了一种与图 17C 的屏类似的投影屏，其中图 17C 中的起偏器 166 为传统起偏器 162 所取代且图 17B 的光整形漫射体为非对称漫射体 164 所取代。  
30

参考图 17E，示出了一种类似图 17D 的屏的投影屏，其中图 17D 中的

不光滑漫射体为一非对称衬底（例如，如说明书其他地方所述的具有透镜状图案的衬底）所取代，且图 17D 的前漫射体为不光滑漫射体 202 所取代。

参考图 17F，示出了一投影屏，该投影屏包括通过固化的 b 阶段粘合剂层压到起偏器/漫射体 218 上的 DMLI。该漫射 MLI 包括一具有诸如隆起 216 5 的隆起的铝衬底。起偏器/漫射体包括衬底，该衬底一侧涂布有一偏振涂层（如上所述），另一侧具有一诸如非对称漫射层的漫射体。该起偏器/漫射体被层压到漫射选择性反射器上，具有偏振涂层的一侧面向该漫射选择性反射器。

图 17F 的投影屏可以通过图 17G 所示的工艺制造。在任选的步骤 220 中，在第一衬底上淀积一 DMLI 第一反射层。该步骤是任选的，因为如果使用 10 具有反射表面的第一衬底，该第一衬底可以用作第一反射表面。在步骤 222 中，在第一反射层或衬底上淀积诸介质层。在步骤 224 中，在诸介质层上淀积第二反射层以形成该 DMLI。在步骤 226 中，在第二衬底上淀积前漫射层或偏振层。在步骤 228 中，在该第二衬底的另一侧上淀积漫射层或偏振层中的另一个。在步骤 230 中，向第二反射层上涂覆优选为 b 阶段形态的粘合剂。15 在任选的步骤 232 中，如果需要，固化该粘合剂。在步骤 234 中，将该 DMLI 层压到漫射体/起偏器上，第二反射层邻接偏振层。

一般地，图 17A - 17F 的投影屏可以通过如下方式制造：获得或制作诸组件，层压诸如图所示排列的组件，使用粘合剂，粘合剂可以以固化方式常规地涂布，或者以未固化方式涂布并固化，如本说明书的其他地方所述。

20 MLI 或 DMLI 结构可以通过图 17G 的步骤 222（以及用于标准具装置的步骤 220 和 224）形成。前漫射体可以为漫射衬底的形式或者如说明书它处所述的为带有漫射涂层的衬底。起偏器可以通过在衬底上淀积偏振涂层制作或者作为传统起偏器制造或获得。内嵌起偏器可以作为传统不光滑漫射体获得或者通过使用漫射粘合剂或者，或者通过两种方式获得。吸收衬底可以通过在 25 衬底上淀积吸收涂层或者通过获得传统吸收衬底制作。在如图 17F 所示的构造中，可以如图 17G 中步骤 226 和 228 所示制造组合的起偏器/漫射体，并代替图 17D 中的起偏器和漫射体。

参考图 18，示出了示范性的经滤波的投影仪光的作为波长的函数的光谱，其具有将在以下讨论的优点。

30 参考图 19，示出了具有不同颜色光学波长的色卡图。

参考图 20，给出了色彩性能的比较，示出了随着如下进展色彩性能的改

善：(1) 投影仪在白色屏上，(2) 滤波的投影仪在白色屏上，以及(3) 滤波的投影仪在依据本发明的屏上。注意，由相应于滤波的投影仪在依据本发明的屏上的点 3 所包围的基色三角形的面积大于点 1 和点 2 所包围的三角形。

图 21A, 21B, 和 22 给出了反射图样，以便解释图 23 的反射图样。反射图样由“叶瓣”表示，叶瓣代表着在每一方向上由屏所漫射的光的量。诸如图 21A 中的半圆形叶瓣 236 的反射图样为高度漫射的，即，光在所有方向上都均匀反射。诸如图 21B 中的反射图样为高度方向性的，如狭窄的叶瓣 198 所示，其沿着轴 200 具有最大值。

参考图 22，示出了传统的观看安排，其适用于如下的配置：在这种配置中，投影仪 130 固定在观众的头顶之上，而屏 132 反射的光具有由诸如瓣元 (element) 134 的叶瓣所示的反射图样，瓣元 134 具有诸如轴 184 的轴，轴 184 在 X-Z 平面内基本垂直于屏平面。

参考图 23A，示出了一种观看安排，其适用于如下的配置：在这种配置中，投影仪 130 和屏 132 基本与观众位于同一水平面上，因此没有位于屏中间正前方的观众。屏反射的光具有双叶瓣反射图样，如诸如瓣元 136 的双叶瓣反射图样标志所示。该双叶瓣反射图样在轴 186 所示的方向上具有两个局部最大值，轴 186 不垂直于屏。如果需要，叶瓣可以是水平对称的。

参考图 23B，示出了一种配置，其中屏 132 位于观众上方。屏反射的光具有诸如瓣元 134 的叶瓣所示的反射图样，瓣元 134 具有轴 184，轴 184 一般向下朝向观看区域，因此其在 Y-Z 平面中不垂直于屏平面。类似地，其他配置可以具有朝左、朝右、或朝上的反射图样。在另一种配置中，如图 22 中的配置，反射图样可以如此朝向，使得以一角度接近屏的光垂直于屏反射。以下将讨论一种用于控制反射图样的方法。

参考图 23C，示出了一种配置，其中投影仪 130 位于偏离屏 132 的中心处并以一角度面对屏。屏反射的光具有诸如叶瓣 124 的叶瓣所示的反射图样，叶瓣 124 具有轴 184，该轴 184 垂直于 X-Y 平面中的屏。

在介绍过一些结构特点和光学概念之后，现在适于考虑本发明的更加详细的结构特点和优点了。

本发明提供了一种高对比度前投影视频系统，其在丰富环境光的地方，例如有灯光的房间中使用尤其有利。该高对比度投影屏将投影仪的光反射回观众，而不反射来自房间的丰富的环境光。其典型地通过如下方式实现这一

点：(1) 反射蓝、绿和红色的投影仪的光的窄带峰而吸收其他波长的光能，例如那些在更宽带宽的环境光谱中的光，(2) 反射来自偏振投影仪的光而吸收非偏振的环境光的大部分，以及(3) 通过透镜处理和/或漫射将投影屏所反射的投影仪的光引导到视域而不接收偏离轴的环境光。不仅这些特性提高了对比率，而且反射原色的窄带峰也改善了如上所示的颜色。

一种实现波长选择性反射的方法是使用如图 4A 和 4B 所示的多层干涉涂层，该多层干涉涂层反射窄带的蓝、绿和红光而透射其他波长的光能或者使其他波长的光发生相消干涉。如果需要，该干涉涂层后面的黑涂层吸收其他波长的透射能量。波长可选涂层的谱形优选匹配投影仪光源的谱形并反射高强度的基色。匹配投影仪光源的谱形获得了对投影仪的光的高反射，同时吸收了高水平的环境光。通过有选择地反射高强度的基色光，通过去除屏中的黄色玷污、去除红色中的橙色玷污和将蓝色峰向基色三角形的蓝角移动，有效实现了更大的色域。

图 2 和 3 示出了两种不同类型的包括多层干涉 (MLI) 涂层的选择性反射器。在图 2 所示的现有技术 MLI 中，一个在另一个上面安排了用于反射红光的 MLI 滤光片、用于反射蓝光的 MLI 滤光片和用于反射绿光的 MLI 滤光片。每一 MLI 滤光片包括衬底 102、106、110，每一衬底都比光的相干长度厚，典型地，对于使用 UHP 灯的投影仪来说在几个微米的量级上。每一 MLI 滤光片还包括多个交替排列高  $n$  和低  $n$  材料的层 104、108、112（称为“堆叠结构”）。每一个 MLI 滤光片都独立工作。例如，如果去除了红色 MLI 滤光片，蓝色 MLI 滤光片将继续反射在蓝色波长段中的光而绿色 MLI 滤光片将继续反射在绿色波长段中的光。此外，装置的总体效果不受蓝、绿和红色 MLI 涂层顺序的影响。因此，举例来说，如果绿色 MLI 滤光片是顶部滤光片而红色 MLI 滤光片是底部滤光片，则图 2 的 MLI 涂层的光学效果是不受影响的。

在图 3 中，有单一的衬底 114 和单一的堆叠结构，该堆叠结构包括多个连续的介质材料层 116（亦即，没有介于其间的并非介质材料层之一的组件，例如衬底），该多个连续的介质材料层 116 总体在红、绿和蓝波长段中具有比其他波长段中高得多的光反射率。图 4A 和 4B 中示出了两种反射波长在红、绿和蓝波长段中的光的层材料和层厚度的组合。如果图 4A 和 4B 中的任何一层被省掉或者除去，红、蓝和绿光的反射将全部受到影响。没有某一

单层或者诸层的组合是仅仅影响红、绿或蓝波长的光的反射的。如果诸层的顺序改变了，红、蓝和绿波长段将全部受到影响。

依据图 3 的多波段 MLI 涂层对所有反射的三个波长段只有一个衬底，由于具有更少的衬底，这相比图 2 的配置尤其具有优势。图 3 的多波段 MLI 5 涂层不需要三个单波段滤光片之间的粘合剂层。多波段 MLI 涂层中介质层的总数远少于三个单波段 MLI 涂层的介质层的总数，且多波段 MLI 涂层中介质层的总厚度远小于三个单波段 MLI 涂层的介质层的总厚度。在另一个实施例中，可以通过粘合剂层将一选择性反射两个窄波长段的多波段 MLI 涂层层压到一单波段 MLI 涂层上。多波段 MLI 是有益的，因为较少的衬底、10 较少的粘合剂层和较小的介质层总厚度允许屏更薄，这样就可以把屏做成可卷起的。减少的屏的涂层总厚度和三个单波段滤光片之间粘合剂层的消除使更简单、成本更低的涂布工艺成为可能。

对于基于红绿蓝 (RGB) 三基色的彩色投影仪来说，在屏处反射的波长区域优选为大约 (蓝色) 450-490 nm、(绿色) 540-570 nm 和 (红色) 610-650 15 nm。使这些区域更窄就增加了光谱选择性的效用。其他波长的光能优选在屏处被吸收或者引起相消干涉。

一种可选的描述波长选择特性的方法是通过反射波段的狭窄程度。要至少获得一些对比度的改善，诸波段优选不宽于中心波长的大约百分之十 (半最大值全宽，FWHM)。要获得更大的对比度改善效果，诸波段优选不宽于 20 中心波长的百分之六。如图 1 所示，由于眼睛对绿色波长附近的光是最为灵敏的，这些宽度准则主要适用于该绿光峰。红光和蓝光峰的宽度不必如此重要。

该多层干涉 (MLI) 涂层，也称为多层介质涂层或分色涂层，包括许多层介质材料，每一层由具不同于相邻层或诸层材料的折射率 ( $n$ ) 的材料形成。一种 MLI 的常用形式包括如图 4A 和 4B 所示的交替的低折射率和高折射率材料。这些材料典型地是通过溅射方式在真空室中沉积的介质 (不吸收光的) 材料。一种典型的低折射率材料是  $\text{SiO}_2$ 。典型的高折射率材料是  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  和  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 。通过适当选择每一层的厚度，图 4A 和 4B 给出了例子，可以使得诸层之间小的反射作为光波长的函数形成相长或相消干涉。对每一波 30 长的光能，这种结构依照需要允许光被反射或者透射。诸层的典型厚度对于低折射率材料约为 100 nm，对于高折射率材料约为 70 nm。为了实现依据本

发明的足够窄带的峰和谷，优选有约 5 到 50 层。总的涂层厚度典型地在大约 1000 到 6000 nm 的范围内。图 4A 和 4B 给出了带有层厚的依据本发明的多层干涉涂层例子。图 5 给出了图 4 所示的设计（没有漫射体）的光谱性能。

再次参考图 6-8，一种利用标准具结构的单堆叠结构、多层、多波段选择性反射器能够经构造和安排使得其适于投影屏。图 8 所示的光谱响应具有以所需波长为中心的基本对称的峰和适合的斜率。其他利用具有单介质层的标准具结构的方法可能具有不良的“锯齿状”光谱图样。与非标准具干涉滤光片相对，标准具结构合乎选择性反射屏的需要，因为不需要的波长的光能在标准具结构中发生相消干涉，因此利用标准具型干涉滤光片的投影屏不需要独立的吸收器。

分色涂层的光学性能与其上照射的光的入射角 (AOI) 有关。图 9 给出了在典型投影屏整个几何结构的范围内变化 AOI 的结果。在本例中，投影仪一般固定在天花板上。最小角度大约为零度，其发生在屏的上部中心。最大角度大约 15 度，发生在屏的下部左侧和右侧。在实际中，在整个屏内可见的差别并不像图 9 所示的那么大，这部分是因为漫射体往往将诸角度平均化，这样所有位置都具有更加相似的角度范围了。

可以使用多种方法减少大入射角的光对干涉涂层的影响。可以不均匀地涂布屏，使得屏上的每一位置具有预变化的涂层，以补偿该位置的入射角。另一种方法是弄弯屏，这样角度就更加保持恒定了。

环境光有大部分是以较大角度入射的。在大角度处，绿色峰显著向左偏移，这样在绿光中会发生反射下降。因为眼睛对绿色比其他颜色更加灵敏，这种偏移显著减少了从屏上所看到的环境光的量，因此就帮助提高了对比率。另一个与角度有关的考虑是图 9 最右侧的偏移。在大角度处，远红光区 (660 到 750 nm) 的光偏移到近红光区 (630 到 650 nm) 并将使得屏总体上看起来过红。通过将涂层构造和安排得在远红光区具有较低的反射，降低了这一效应。

分色涂层可以在小批量工艺中制造，或者使用辊涂机器，使用大的辊涂机在薄塑料膜上制造多层干涉涂层。可以高和低折射率材料成对地在两个方向沉积涂层。在每一对的材料厚度之间可以有一恒定比率（由相对的沉积速度决定）。每一次通过涂布机都允许变化涂布速度，这使得 “ $x + 1$ ” 层的涂布具有与 “ $x$ ” 无关的变量，而始终允许所有材料高速度沉积。

通过利用本征吸收的材料层（例如 Si 和 Nb）连同典型的介质材料层，可以省掉后吸收器，要实现相同的光学效果涂层可以做成约一般的厚度，从而降低了成本。可选地，可以直接在吸收衬底上直接淀积涂层或者，可以直接在介质材料下的衬底上直接淀积材料吸收层。

5 另一种可选的使用干涉涂层的方法是将涂层从其原来的衬底上转移到另一衬底的背后。这可以取消 PET 衬底，因此使屏更薄且更加可卷起。可以将涂层转移到内部漫射体或者起偏器后边，这两者由于释放气体和不佳的涂层粘着力，都是典型的不能直接干涉涂布的材料（CTA 或聚碳酸酯）。

依据本发明的高对比度投影屏的另一个特征是漫射体，其将反射光引导至观察地点。该漫射体可以是表面漫射体或者带纹理的体漫射体。表面漫射体是以多种方法制造的。有些漫射体，例如不光滑漫射体，可以做得具有不平坦表面。其他表面漫射体可以通过以下方式制造：使用全息或数控制作工艺蚀刻一原版（master），然后利用该原版在薄的 UV 固化的涂层上压印出表面图案。表面漫射体可以是具有透镜状图案的构图的漫射体。透镜状图案可以包括这样的图案：其在 Y 方向延伸，在 X-Z 平面具有半圆形、半椭圆形、或某些其他形状的横截面。具有透镜状图案的表面漫射体起到漫射体的作用并有利于遮盖接缝。体漫射体通常通过将不混溶的具有稍稍不同的折射率的材料混合到一起制造的，这样在该种材料的体块中会形成小的颗粒或透镜。有纹理的前表面可以有助于避免前表面的眩光。

10 20 水平方向和垂直方向不对称的漫射（X 和 Y）是有利的，因为水平方向一般覆盖更多的视域，以便占据水平屏几何结构和观看位置水平分布的可能发生的事情（probability）。体漫射或表面漫射方法能在 X 和 Y 方向提供不对称的漫射。其他制造非对称漫射体的方法包括：添加定向玻璃纤维，这样在玻璃纤维和固定它们的塑料或粘性基体之间就有一折射率差；添加窄的空  
15 气室，这样空气在塑料或粘性薄板内部形成柱面透镜以及使用表面压有或擦有线的塑料薄板。其他非对称漫射体如以下图 18 所示。

25 在观众的方向（z）的不对称也可能是有利的，并且可以利用微透镜实现，该微透镜将入射光聚焦，使得其从屏反射时通过具有高漫射或光束分散度的相对小的点，如图 10A 和 10B 所示。这一 z 非对称性增大了对比率并  
30 降低了大角度对多层干涉涂层的影响。Z 非对称性可以通过根据位置连续变化屏上的微透镜实现，如图 10B 所示。另一个实现 z 方向非对称性的方法是

设置高折射率材料粗糙表面的方向，使其隆起方向背离投影仪。这种安排使得从屏离开的光比进入屏的光漫射得少。一种简单的制造这种屏的方法是在内部在粗糙表面和分色表面之间制造气隙。另一种方法是使用一种低折射率的粘合剂连接粗糙的高折射率材料以形成内嵌的表面漫射体。两层，一层为

5 低折射率粘合剂（硅酮压力敏感粘合剂，折射率 1.41），另一层为粗糙的高折射率材料（聚碳酸酯，折射率 1.58），可能对于实现足够的漫射是有利的。更高的隆起后者更大的折射率差可以使得一个内嵌漫射体获得足够漫射成为可能。另一种制造内嵌漫射体的方法是使用一种高折射率的粘合剂和一种低折射率的隆起。热塑性粘合剂可以达到高达 1.71 的折射率。

10 另一种改善漫射特性的方法是使用不光滑漫射体作为图 13、14 和 17 中的一个或多个漫射体。不光滑漫射体有着看似平坦和平面但实际粗糙的表面。表面不平坦度大小（参见图 16A）在 1 - 5 微米范围内、周期  $p$ （参见图 16A）在 10 - 50 微米范围内的不光滑漫射体是合适的。不光滑漫射体可以有多种形式。在一种形式中，不光滑漫射体可以具有不光滑表面的衬底材料。

15 在另一种形式中，不光滑漫射体可以是涂布有薄的漫射涂层的衬底。

对于表面漫射体，仅利用多层干涉抗反射（AR）涂层或结合使用抗眩光涂层可以实现眩光减少进一步的改善。

再次参考图 15 和 16，将固化状态的压力敏感粘合剂涂布到诸如不光滑表面的不平坦表面上可以导致在粘合剂基体中捕获诸如空气泡 144 的气泡。

20 气泡可能对漫射产生不良影响，例如将光漫射到大角度，而这种角度中光是无用的。气泡随着时间可能会迁移，这导致不太稳定的漫射图样。如果是在未固化状态下涂布的压力敏感粘合剂，不良气泡不太有同样可能形成，如图 15 和 16 所示，因此实现了更大的时间稳定性和更可预测的漫射特性。

可以将漫射元件和选择性反射元件组合到一个包含 DMLI（漫射多层干涉）结构的多波段多层干涉装置中。如图 12 所示，在整个屏表面的范围内，标准具结构的诸层的涂层厚度可以是不均匀的，在微米的范围内。由于被反射的波长段是与涂层厚度有关的，如果涂层的厚度是不均匀的，在整个屏的范围内被选择性反射的波长段也可能有着微米范围内的差别。不过，这种差别是在足够小的范围内的，人眼是不能发现的。大反射率的波长段的宽度相比非 DMLI 结构来说十分接近。DMLI 结构可以被构造得有选择地反射或透射单个或者多个波段的光能。DMLI 相对其他形式的 MLI 的优点在以下图

18B 的讨论中加以讨论。

有益的偏振滤波可以利用屏中的线性起偏器实现。优选地，对所有三种基色将投影仪起偏到同一方向。典型的透射型液晶显示器 (LCD) 投影仪不是这样起偏的，可以通过利用 1/2 波长延迟器旋转绿光的偏振加以改造。对于数字微镜装置 (DMD) 投影仪，在起偏三基色的同时可以使用偏振恢复系统保持高的光处理量。另一种方法是使用硅上液晶 (LCOS) 投影仪，其固有地具有三基色相同的偏振。

传统的起偏器可以包括偏振片，该偏振片通过拉伸聚乙烯醇 (PVA) 制得，然后对其染色使得透射一种偏振光而吸收其他偏振的光。该聚乙烯醇典型约厚 0.001”。在一侧或者两侧增加三乙酸纤维素 (CTA) 或乙酸丁酸纤维素 (CAB) 层以保护和加强起偏器。每一保护层典型地至少有 0.001” 厚。

“双折射”是一种材料性质，其描述了沿着材料的不同方向的不同折射率。屏中使用的塑料膜材料优选具有被控制的双折射以保持适当的偏振。为了抵抗膜不受控制的双折射，可以设置其方向使得双折射不会引起来自投影仪的偏振光发生旋转。另一种方法是使用具有非常低的双折射的衬底材料，例如 CTA 或 CAB。还可以使用双折射非常低的特殊粘合剂。特别地，在分色滤光片前面的漫射体衬底和粘合剂优选具有受控制的双折射。分色滤光片后面的分色滤光片衬底和粘合剂不必具有受控制的双折射，因为通过这些背面膜的光是被舍弃掉的。

“消光比”是一个度量尺度，为通过两个偏振轴垂直对准的起偏器的光的量除以通过两个偏振轴平行对准的起偏器的光的量。要从在投影屏中包括一起偏器的做法中得到大的益处，适中的消光比是可接受的。低成本起偏器，例如为太阳镜或玩具制作的品种，对于本发明来说是足够的。

另一种提供有益偏振的方法是使用如美国专利扩 296 中所述的涂层的偏振涂层。可以直接在塑料膜上或 MLI 涂层上淀积偏振涂层制得适合的起偏器。使用偏振涂层是有利的，因为包括偏振涂层的起偏器可以做得比传统起偏器薄且便宜，还因为它在大角度处比传统起偏器性能更好。

另一种在屏中实现光谱选择性的方法是使用一种能够控制作为波长函数的偏振方向的相位延迟器。该相位延迟器可以放入投影仪中且可以包括一个或许多个元件。当红、绿和蓝色被旋转至（例如）垂直偏振而其他颜色被旋转至水平偏振时，就实现了有利的偏振态。屏中的起偏器方向如此设置，

使得它选择性地允许红、绿和蓝光的反射而吸收其他颜色的光。非偏振的环境光被部分地吸收，因此在对比率和颜色方面的改善与多层干涉涂层所获得的结果类似。这种方法可以单独使用或者与多层干涉涂层一起使用。还可以将相位延迟器安装在屏中以进一步改变或增强光谱选择效果。

5 参考图 13，示出了本发明的一有益实施例。顶层 31 是在 CTA32 上淀积的利用全息原版制得的漫射体涂层。然后使用低双折射透明粘合剂将该层贴附到光谱性能基本平坦的起偏器 33 上。然后使用另一层低双折射透明粘合剂将该起偏器 33 贴附到分色滤光片 34 上。该分色滤光片 34 典型地包括在聚对苯二酸盐酯 (PET) 膜上溅射涂布的  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  层。将分色滤光片 10 34 贴附于黑色 PET 膜 36 上。典型的厚度如下：0.003”漫射体，0.001”粘合剂，0.001”起偏器，0.001”粘合剂，0.003”PET 膜上的分色滤光片，0.001”粘合剂和 0.001”黑色 PET。总厚度约为 0.011”，这一厚度足以允许方便地卷起和铺开屏。

15 参考图 14，示出了本发明的两个更高级版本的例子，其特征在于更少的成本和厚度。在 FIG 14A 中，顶层是直接淀积在起偏器 42 上的利用全息原版制得的漫射体涂层 41。分色滤光片 43 包括吸收材料，直接淀积在起偏器 42 的底部。典型的厚度如下：远小于 0.001”漫射体，0.003”起偏器，远小于 0.001”分色涂层。因此总厚度大约为 0.003”。在图 14B 中，包括一个内嵌的表面漫射体。可以仅结合图 15 中的部分高级方法实现其他组合。

20 图 15B 所示的构造将漫射体主要放在了起偏器的后面。这种构造获得了更高的“对比率改善”(CRI)，因为环境光在起偏器中被部分地吸收之前没有机会从漫射体直接反射。在该实施例中，表面隆起仍然是用于防止表面眩光的。内嵌漫射体可以是具有 X-Y 不对称性质的体或表面型。

25 图 17A 所示的构造有利地组合了多层、多波段、单堆叠结构 MLI (作为选择性反射器)、不光滑表面内嵌漫射体、传统的起偏器和粘合剂，其中粘合剂在未固化状态或“b 阶段”状态涂布然后固化 (以下简称“固化的 b 阶段粘合剂”)。

30 图 17B 所示的构造有利地组合了一具有不对称漫射图样的 DMLI、包括偏振涂层的起偏器和固化的 b 阶段粘合剂。标准具型 MLI 滤光片的使用取消了对独立吸收器的需要，而 DMLI 结构的使用还可以取消对内嵌漫射体的需要。独立吸收器和内嵌漫射体的取消还可以消除对用以将吸收器或内嵌漫

射体层压到相邻组件上的粘合剂层的需要。层和组件的取消使得并能够更薄且可以更简单更低成本地制造。

图 17C 的构造有利地组合了具有图 17B 的不光滑衬底的 DMLI 结构、用偏振涂层制得的起偏器、b 阶段粘合剂和将在下面解释的光整形漫射体。

5 不光滑衬底是非常合乎需要的，因为它们有各种各样的组分和尺寸可供使用。光整形漫射体的使用使如图 23A、23B 和 23C 所示的可选观看模式成为可能。

图 17D 的构造包括一使用不光滑漫射体的 DMLI 结构、一传统的起偏器和一不对称漫射的图案化漫射体。传统起偏器可能在有些情况下是有利的，  
10 因为它们很容易得到。

图 17E 的构造包括一具有漫射衬底的 DMLI 结构、一传统起偏器，和不光滑漫射体。图 17E 的构造可能是合乎需要的，因为可以由 DMLI 衬底的漫射衬底提供不对称的漫射，从而能够将很容易获得的不光滑漫射体用作前漫射体。图 17A - 17E 的衬底、漫射体和传统起偏器使用便利，因为它们很容易获得且能够利用已知技术处理。  
15

图 17F 的构造包括一作为反射元件之一的使用漫射衬底的 DMLI 结构和一用单个衬底形成的起偏器/漫射体。图 17F 的构造是合乎需要的，因为它非常薄且比其他构造具有更少的粘合剂层。使用反射性漫射衬底是有利的，因为它的使用可以消除对反射层的需要。图 17F 的构造还可以使用图 17C 的起偏器。图 17F 的起偏器是有利的，因为它消除了对粘合剂层之一的需要。  
20 图 17C 的起偏器是有利的，因为可以利用更简单的制造工艺制造它。

图 17A - 17F 中的任一种构造都能够包括传统的固化粘合剂以取代 b 阶段粘合剂。其他地方已经讲过了 b 阶段粘合剂的益处。传统的固化粘合剂的好处在于更容易从市场获得。

25 还可能有很多其他的衬底、MLI 和 DMLI 结构、内嵌漫射体、粘合剂层和起偏器的组合方式。如前面讨论所述的，使用有些组合方式可以允许省掉一些层或组件。可以根据成本、性能、制造的容易程度、材料的市场供应情况以及其他考虑选择某种组合。

在本发明的一种形式中，使用窄带光源是有利的。该光源可以是气体或  
30 半导体二极管激光器。在本发明说明的大部分中，所指定的波长是基于一特定的投影仪实施例的，这种投影仪使用 UHP 灯泡构成其光源。如果使用了

不同的光源，可以适当地调节波长。特别是，绿色波长可能会偏移到约 520 nm 附近的更纯的绿色处。图 18 示出了适于和波长选择性投影屏一起使用的典型投影仪（有附加的绿光功能，除去 UHP 的黄色峰）的输出光谱。UHP 灯泡往往红光性能不佳，因此将 UHP 灯泡与另一窄带红光光源组合是有利的。

5 可以使用很多个 LED 提供红光。另一光源可以是经滤光的钨丝灯。可以将 CRI 用作度量依据本发明的高对比度投影屏的效果的标准。使用适度的窄带投影仪光、典型的滤出黄色的超高压（UHP）汞灯，随着所需的发散量的变化，测量得到的示范性高对比度屏的 CRI 在约 3.5 到约 4.5 之间变化。在典型的垂直约 45 度水平 65 度（全角，半功率）的发散角的情况下，大小为 4

10 10 的 CRI 是适当的。这一数值是针对对比率为 10 比 1 的白色屏在光线良好的房间而言的，在这种房间中很难看到图像。在那种场合下，新系统将把对比率提高到大约 40 比 1，这对于前投影系统来说是令人满意的。在光线暗的房间中，本发明仍然提供了颜色改善，并吸收了从屏上和从墙上反射的投影仪的杂散光中的很大一部分。光从墙上反射回来之后基本是消偏振的，因此屏

15 中的起偏器对于提高对比率仍然有用。同样，从墙上反射的光大部分被重定向到大角度，在大角度的时候，屏的介质涂层和漫射体经构造和安排以避免将环境光返回到观众。

参考图 19，示出了一色卡图，标识了颜色和相应的波长。参考图 21，示出了颜色改善的效果。标记为“1”的三角形是由 Viewsonic PJ1060 投影仪（具有修正的偏振和用于高对比度的典型设置）在白色屏上生成的色域。标记为“2”的三角形示出了同样情形的色域，只是在投影仪的输出端增加了一适度窄带的 RGB 滤光片。标记为“3”的三角形示出了进一步增加了依据本发明的波长选择投影屏的色域。在本例中，增加窄带滤光片和屏在色域面积上带来了 53% 的改善。

25 从图 20 看出，本发明将蓝点从大约  $u'= .18$ 、 $v'= .13$  移到了大约  $u'= .21$ 、 $v'= .08$ 。这一变化意味着一种使蓝色变得略带紫色的偏移。为了修正蓝色并实现更大的色域，在 430 到 450 nm 的范围内减少反射是有利的。可以通过适当地制作多层涂层或使用染料实现这种反射的减少。改变蓝色将会劣化屏在仅反射环境光时较好的中性灰色或略带紫色的颜色。其他变化，例如减少

30 绿光反射的量，可能对保持适当的环境色是有利的。

依据本发明的高对比度投影屏显著地提高了对比率并改善了颜色。多层

干涉涂层对于在波长选择中获得锐利的开始(cut-on)和截止(cut-off)斜率是有利的。同样，可以使其在任意位置开始和截止。这一特性允许调整获得更好的颜色和对比率。例如染料的着色剂对输入和输出光的角度具有一般性的不敏感性，这使得它们尤其有利于投影屏环境。

5 可以使用多种方法减少大入射角的光对干涉涂层的影响。一种方法是不均匀地涂布屏，使得屏上的每一位置具有预变化的涂层，以补偿这种情况下  
的入射角。另一种方法是弄弯屏，这样角度就更加保持恒定了。优选地，将  
10 具有已知光源光谱功率密度的灯与具有所需发射特性的彩色屏匹配。除 RGB  
之外还可以使用其他的基色方案以制作全色显示器。实际上，从二基色系统  
中能获得许多颜色。另一种方法是只使用单色，制作单色显示器。单色系统  
能够设计得在分色滤光片中具有更少的层或者能够设计得比全色系统更多  
地提高对比度。

一种可选的使用多层干涉涂层的方法包括从衬底上除去涂层薄片、将其  
研磨成较小片并将其放入胶合剂以制作涂料的方法。这种方法的好处在于，  
15 在整个屏的范围内获得的显著改善的涂层均匀性和从干涉涂层薄片得到的  
更多漫射可以允许取消内部漫射体。

图 21A 和 21B 中的反射图样示出了图 22 和 23 中的图的一些特征。如  
图 21A 所示的反射图样具有半圆形的叶瓣，这种叶瓣表明光是在所有方向上  
均匀反射的。反射图样如图 21A 所示的屏具有非常宽的视角，不过在有环境  
20 光的房间中可能缺少足以看到的亮度。具有图 21B 的有着窄叶瓣 200 的反射  
图样的屏沿着叶瓣 200 的轴 198 非常亮，不过视角非常窄且有眩光。

图 22 的反射图样在整个水平视域 238 中都具有令人满意的亮度、具有  
充分大的视角并具有充分漫射的反射图样，因此没有过多的眩光。

图 23A 的反射图样反射到水平视域 238 中的光比到投影仪 130 附近的非  
25 视域 240 的光多。

图 23B 的反射图样对于屏在观众上方的情形是有用的。图 23C 的反射  
图样在水平平面中使用了图 23B 的技术并允许比图 23A 的实施例更大的水  
平视域 240。

可以使用如图 18C 的光整形漫射体 182 的光漫射体创建图 23A、23B 和  
30 23C 所示的观看模式。可以从以下公司经商业渠道获得适合的光整形漫射体：  
加利福尼亚州 Torrance 的 Physical Optics Corporation (Internet 地址

www.poc.com), 商标为 LSD<sup>®</sup>的光整形漫射体, MN 圣保罗的 3M Corporation, 商标为 Vikuity<sup>™</sup> 的显示增强膜或棱镜形屏表面。具有依据图 23A、23B 和 23C 的观看模式的屏是有利的, 因为它们将更多的光反射到有观众的位置而将较少的光反射到没有观众的位置。

5 关于投影屏的更多信息在与本申请同一天提交的名称为“显示屏”的美国专利申请讨论, 并将其全文引入以做参考。

显然, 本领域的技术人员现在可以在不背离本发明理念的前提下不采用此处公开的特定装置和技术采用多种用法并做出多种改变。因此, 应当将本发明解释为涵盖此处公开的装置和技术中所存在的或所具有的每一新颖特

10 征或特征的新颖组合且仅受权利要求书的精神和范围所限制。

图 1  
人眼的敏感度  
3/15/01, B.L

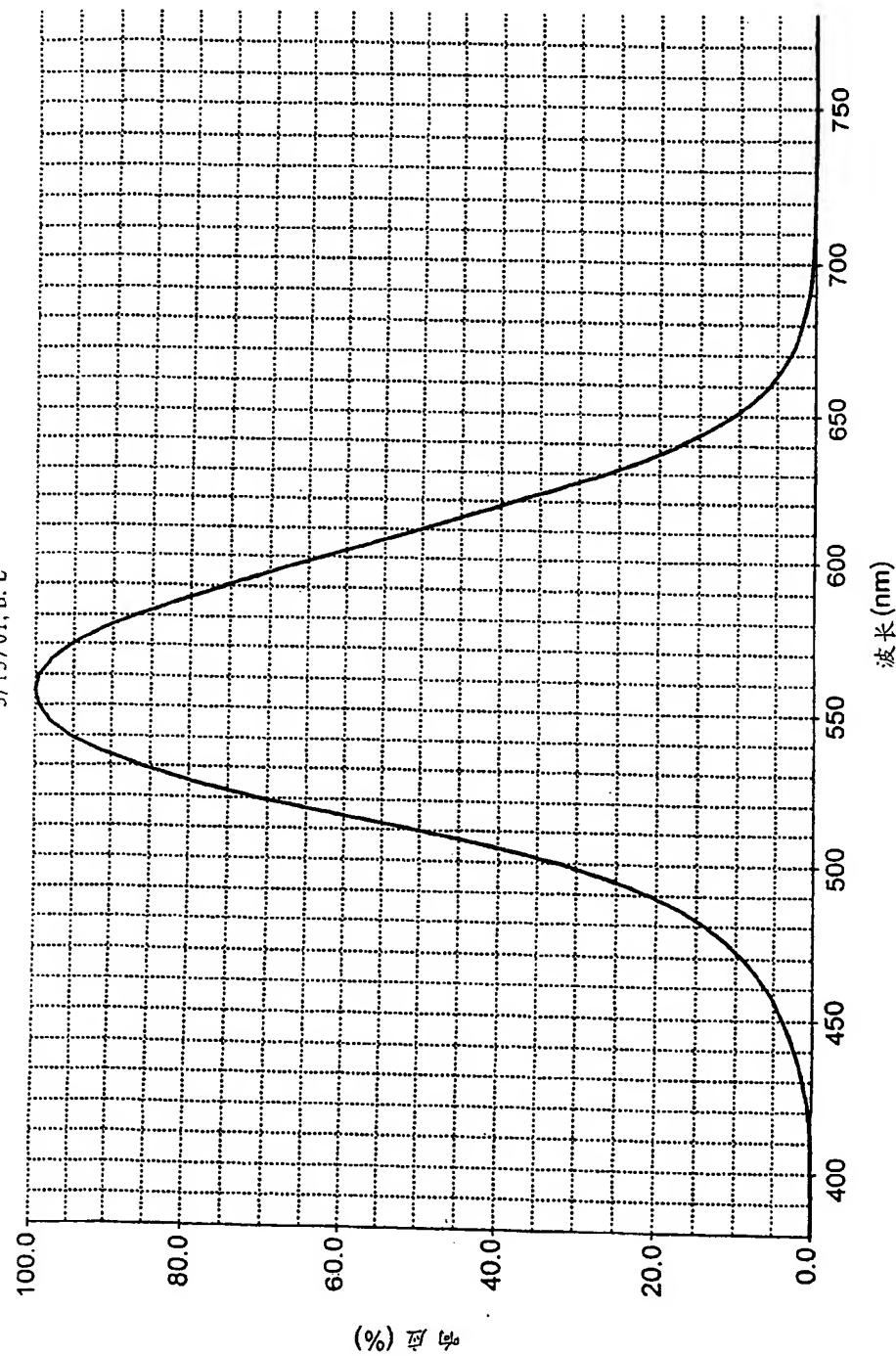


图 1

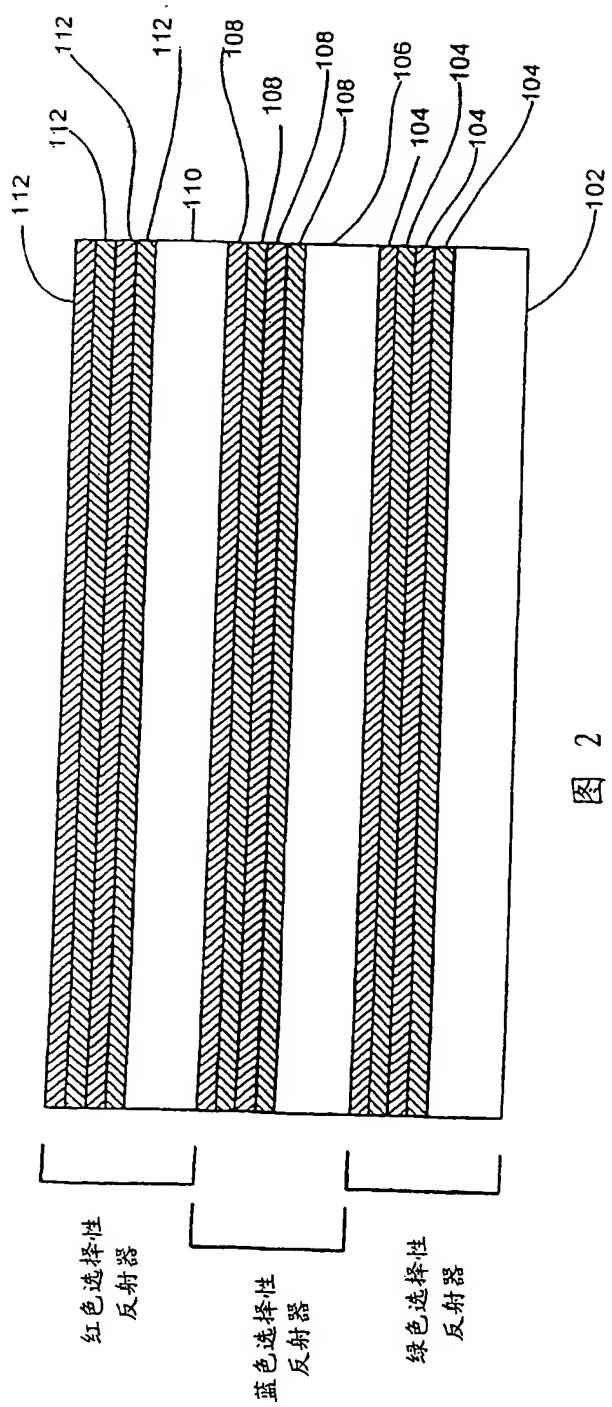


图 2

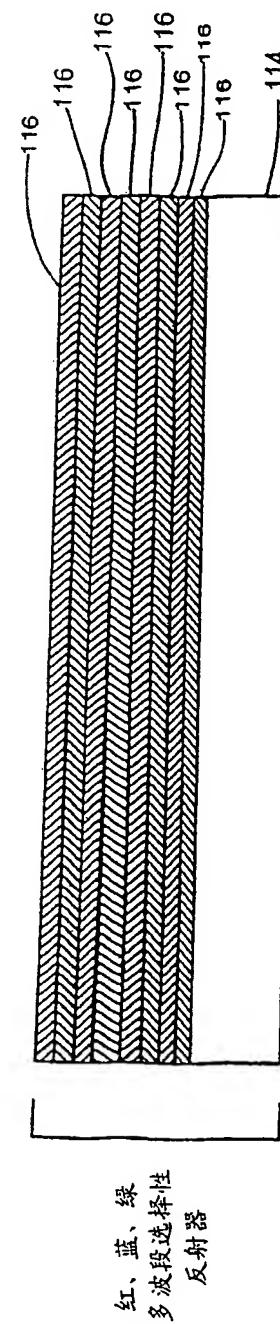


图 3

材料	厚度 (nm)	材料	厚度 (nm)
Si	600	SiO <sub>2</sub>	23.91
SiO <sub>2</sub>	3.30	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	23.91
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.30	SiO <sub>2</sub>	100.00
SiO <sub>2</sub>	50.34	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100.00
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	50.34	SiO <sub>2</sub>	26.48
SiO <sub>2</sub>	100.00	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	26.48
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100.00	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	97.79
SiO <sub>2</sub>	59.38	SiO <sub>2</sub>	97.79
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	59.38	SiO <sub>2</sub>	100.00
SiO <sub>2</sub>	100.00	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100.00
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100.00	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6.01
SiO <sub>2</sub>	15.15	SiO <sub>2</sub>	6.01
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15.15	SiO <sub>2</sub>	35.12
SiO <sub>2</sub>	99.45	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	35.12
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	99.45	SiO <sub>2</sub>	28.25
SiO <sub>2</sub>	43.95	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	28.25
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	43.95	SiO <sub>2</sub>	19.65
SiO <sub>2</sub>	48.60	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19.65
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	48.60	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30.09
SiO <sub>2</sub>	55.28	SiO <sub>2</sub>	30.09
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	55.28	SiO <sub>2</sub>	4.27
SiO <sub>2</sub>	70.29	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.27
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	70.29	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	21.91
SiO <sub>2</sub>	78.38	SiO <sub>2</sub>	21.91
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	78.38		

图 4A

材料	厚度 (nm)
SiO <sub>2</sub>	118.12
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	97.99
SiO <sub>2</sub>	144.36
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	63.14
SiO <sub>2</sub>	159.07
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	92.24
SiO <sub>2</sub>	68.79
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	47.51
SiO <sub>2</sub>	74.24
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	62.77
SiO <sub>2</sub>	158.03
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	97.99
SiO <sub>2</sub>	257.58
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	131.25
SiO <sub>2</sub>	99.71
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	65.78

图 4B

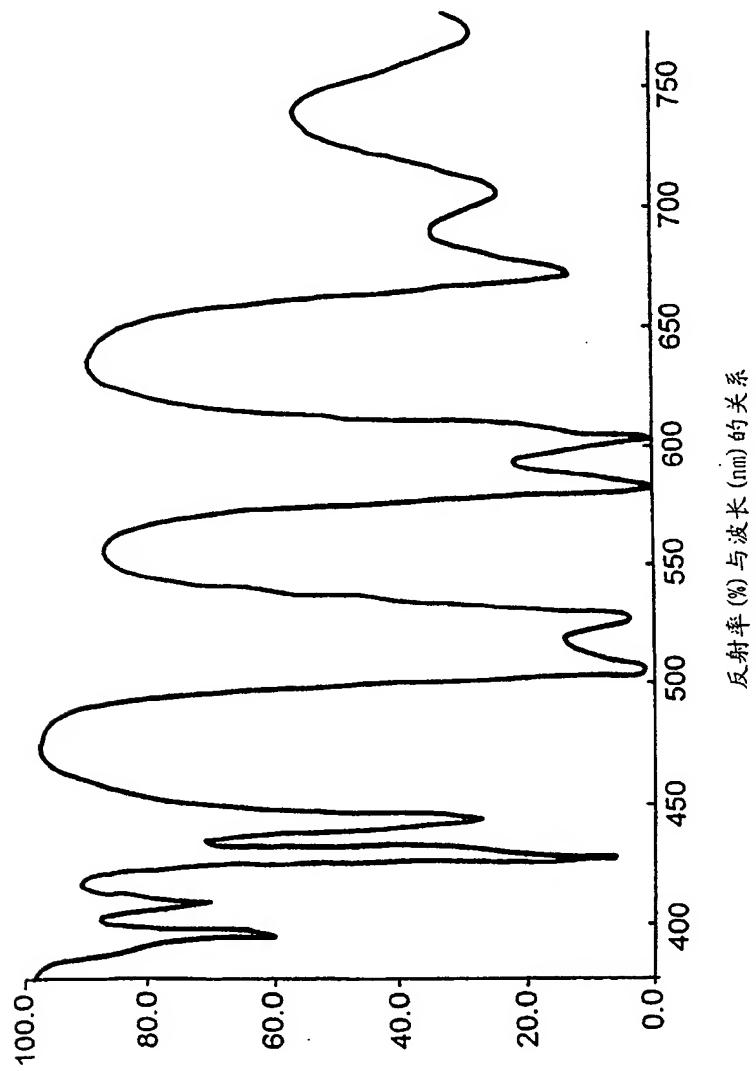


图 5A

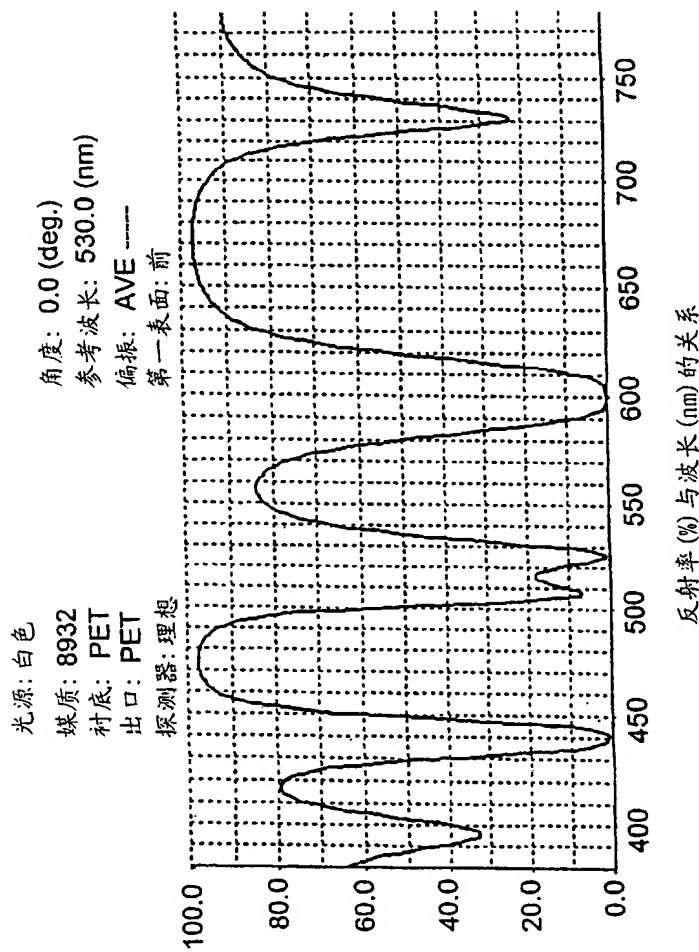


图 5B

反射率(%)与波长(nm)的关系

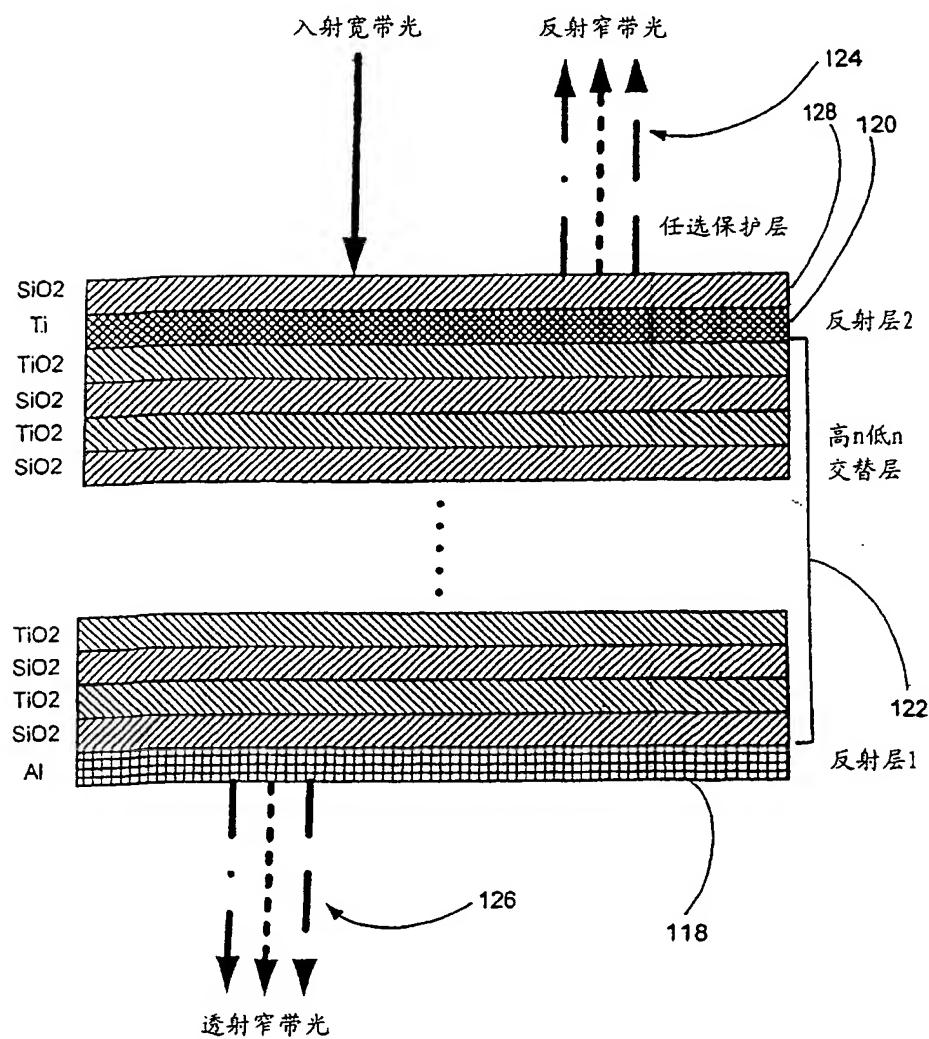
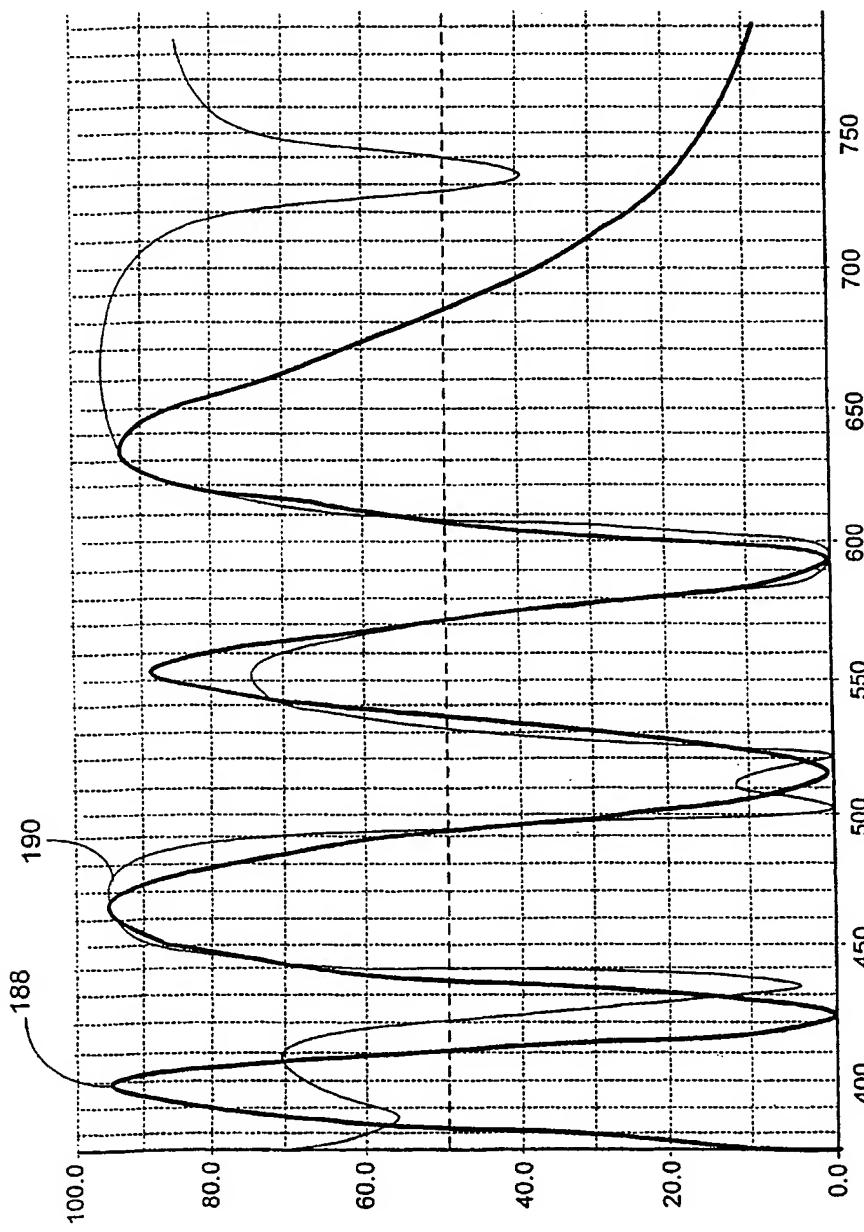


图 6

材料	厚度 (nm)	
Al	50.0 nm	反射层1
SiO <sub>2</sub>	86.7 nm	
TiO <sub>2</sub>	109.0 nm	
SiO <sub>2</sub>	122.8 nm	
TiO <sub>2</sub>	49.1 nm	
SiO <sub>2</sub>	145.5 nm	
TiO <sub>2</sub>	90.0 nm	
SiO <sub>2</sub>	131.5 nm	
TiO <sub>2</sub>	26.8 nm	
Ti	13.3 nm	反射层2
SiO <sub>2</sub>	94.7 nm	任选保护层

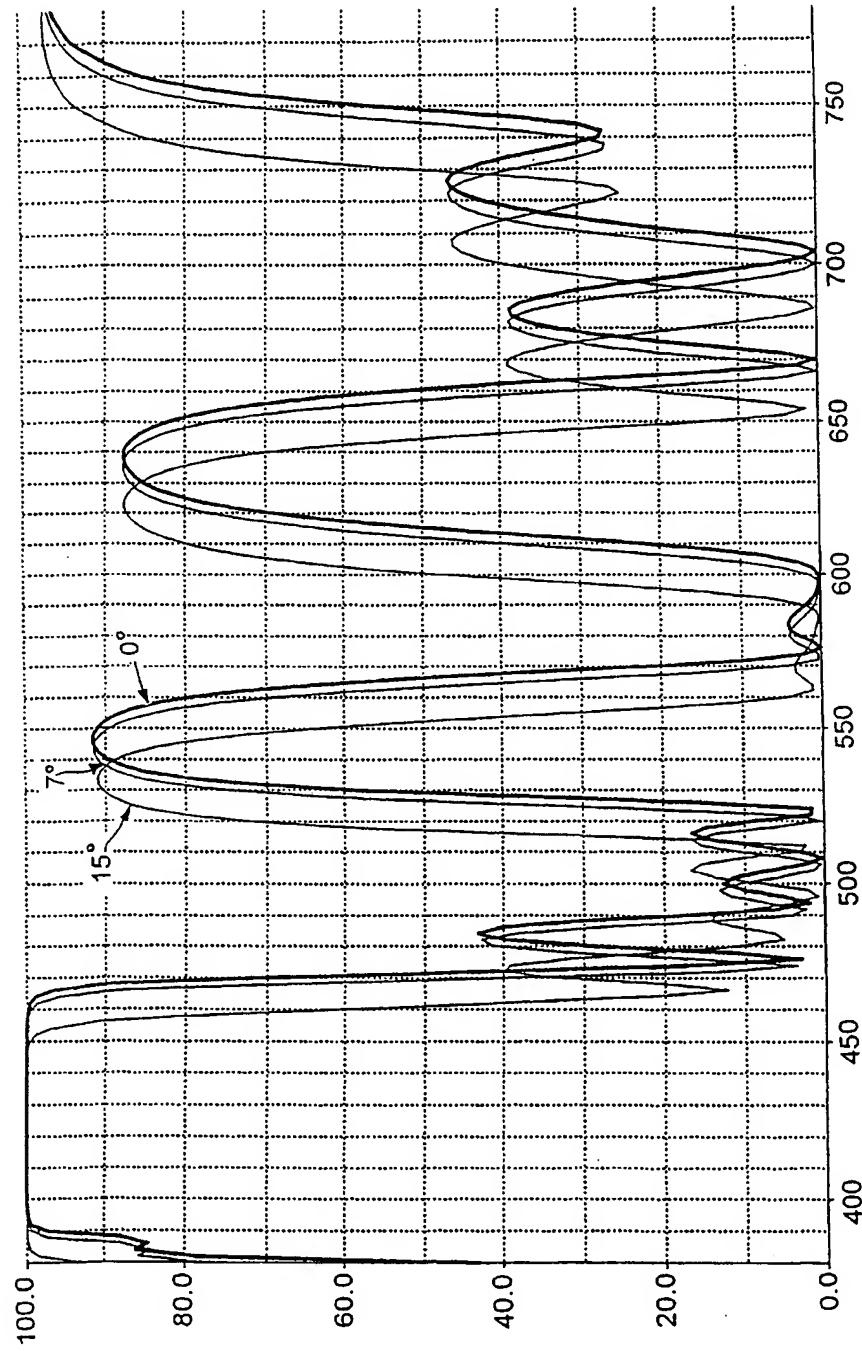
图 7



反射率(%)与波长(nm)的关系

图 8

图 4  
3/14/01, B. L  
角度对多层涂层的影响



反射率(%)与波长(nm)的关系

图 9

图 5  
非对称微透镜的布局  
9/21/00, B.L

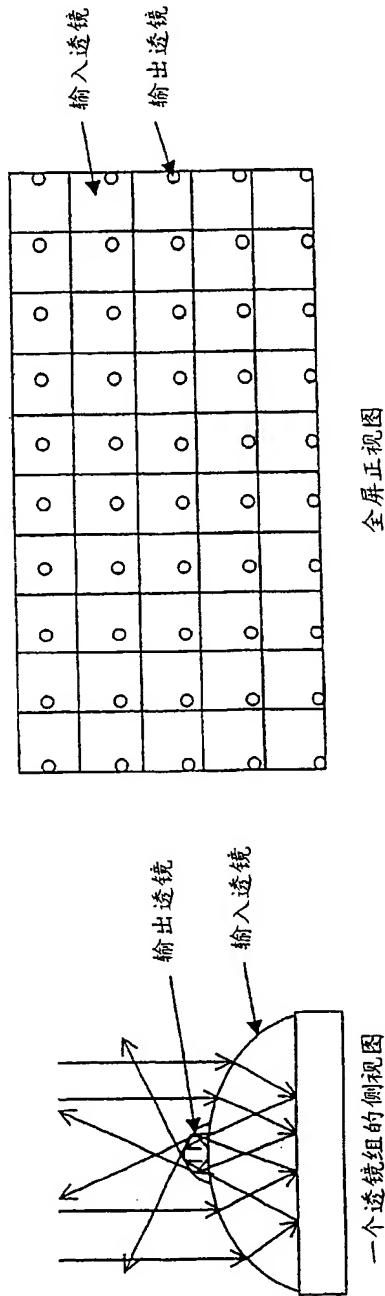


图 10A  
全屏正视图  
图 10B

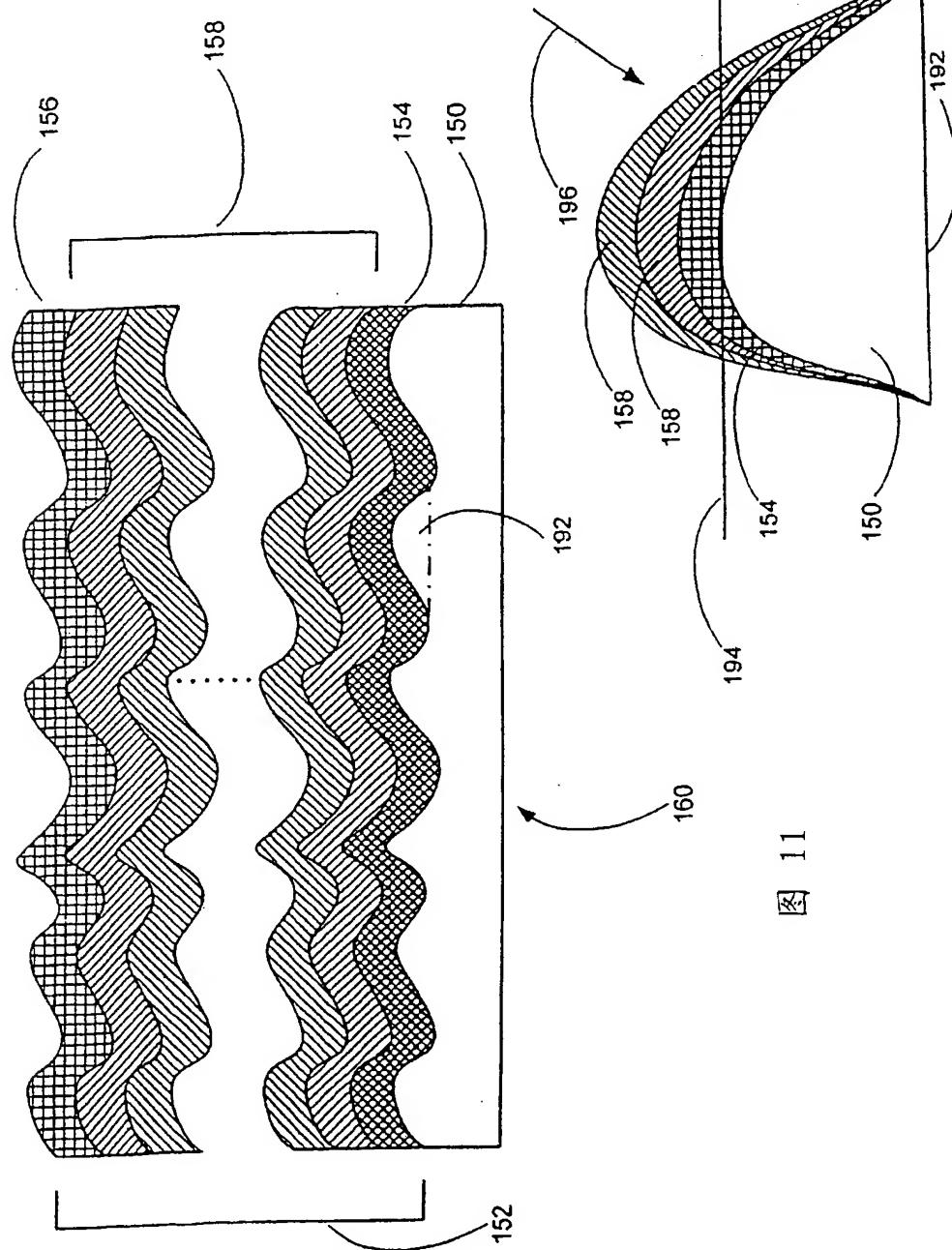


图 11

图 12

图7  
最小风险构造  
3/15/01, B. L

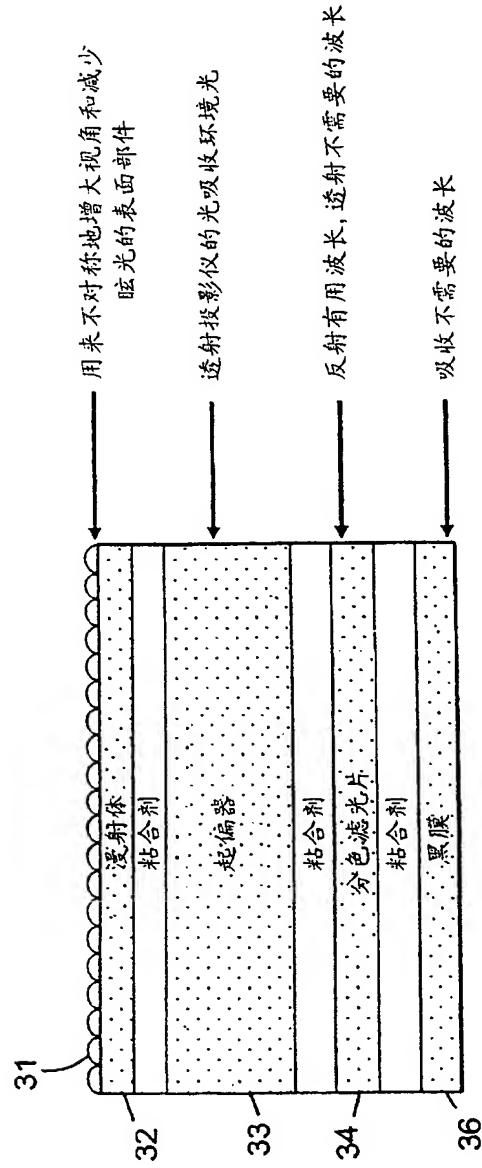
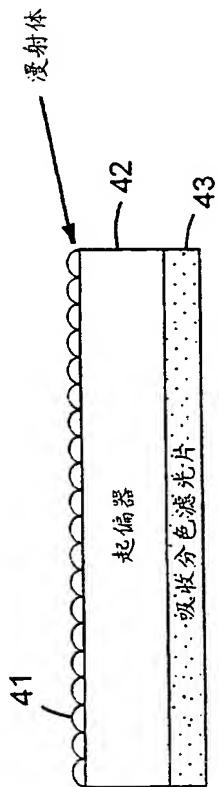


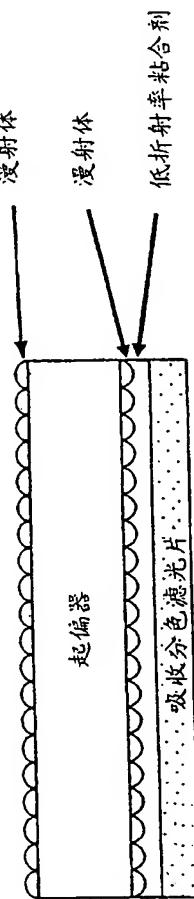
图 13

图 8  
高级构造  
5/31/01, B. L.



a. 只有前表面漫射体

图 14A



b. 前表面漫射体和内嵌漫射体

图 14B

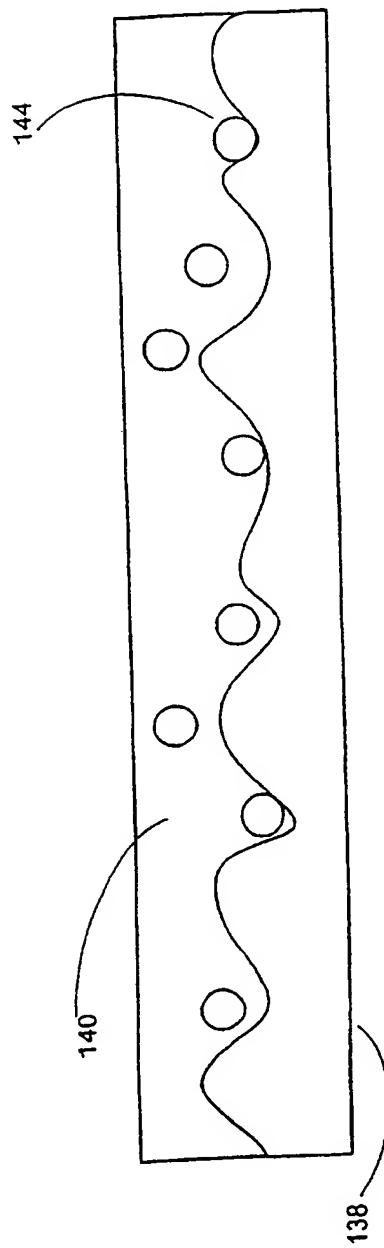


图 15A

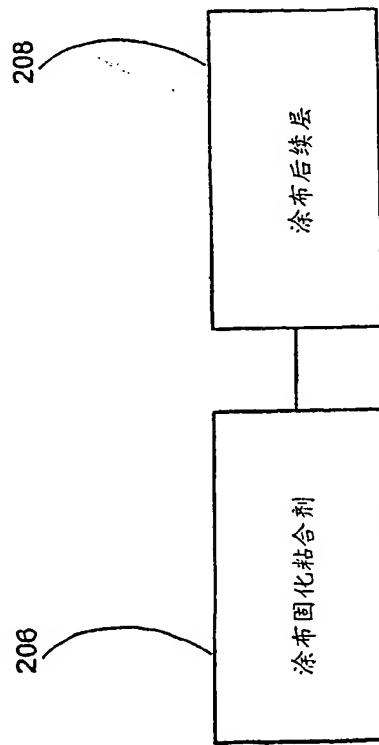


图 15B

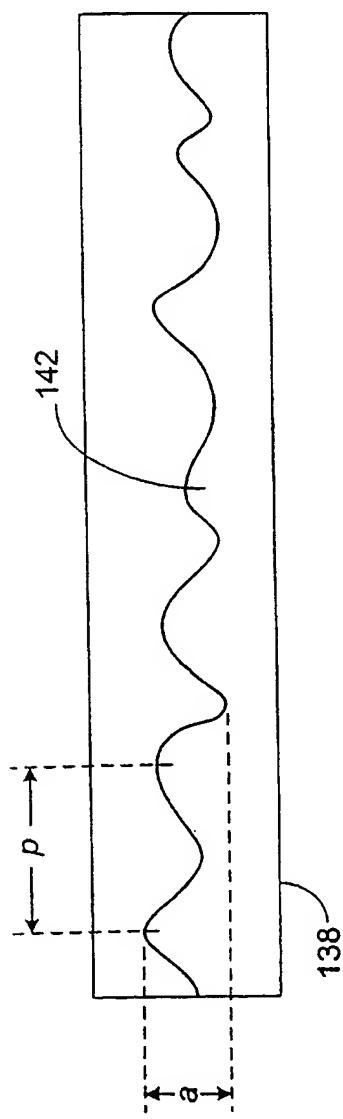
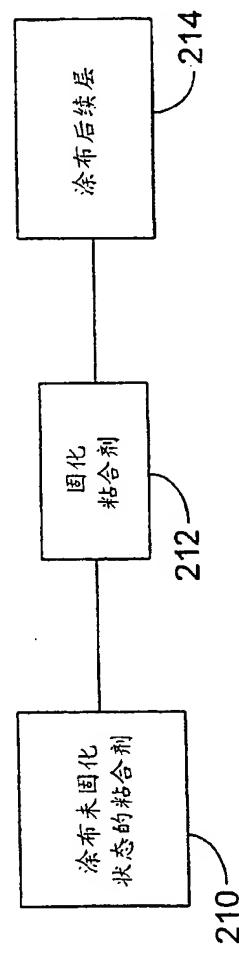


图 16A



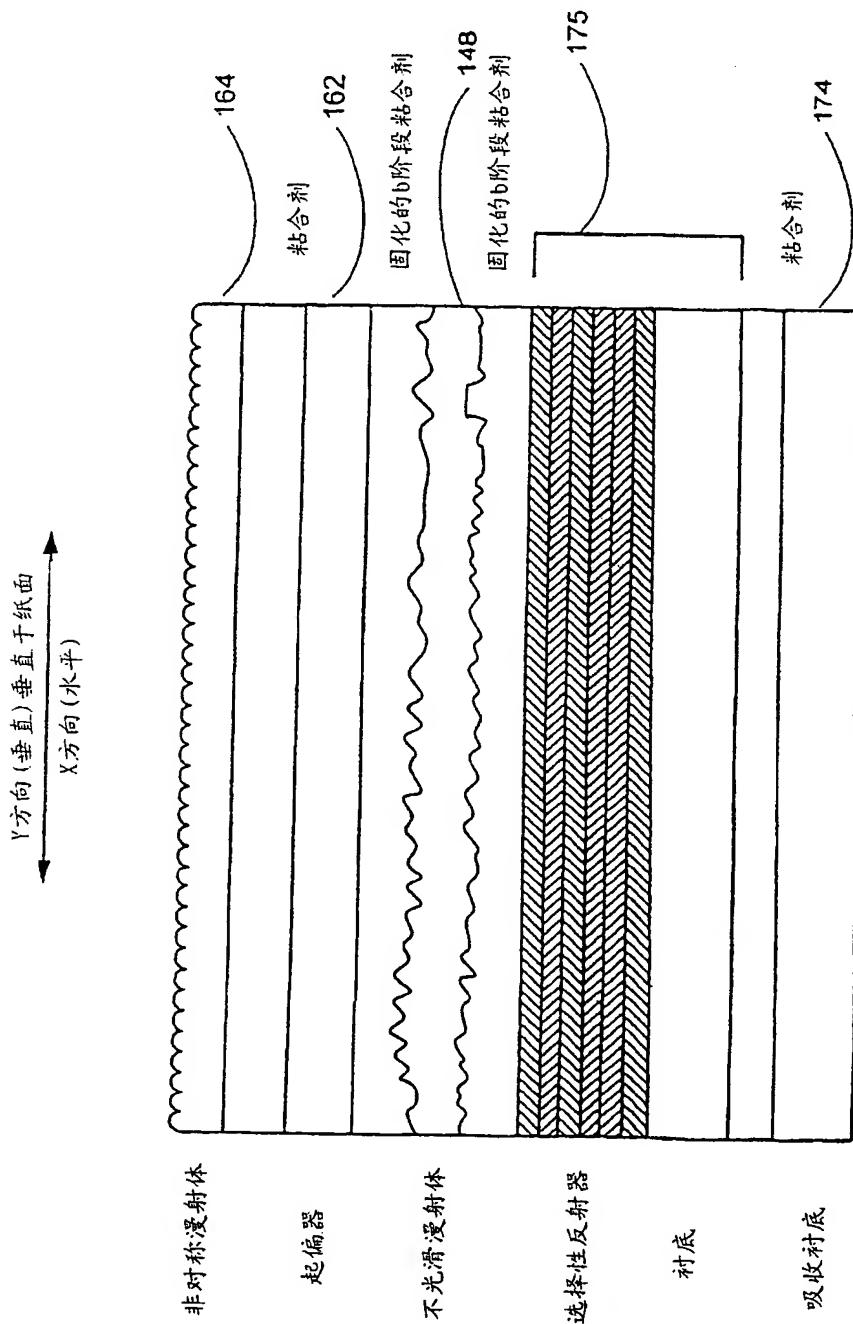


图 17A

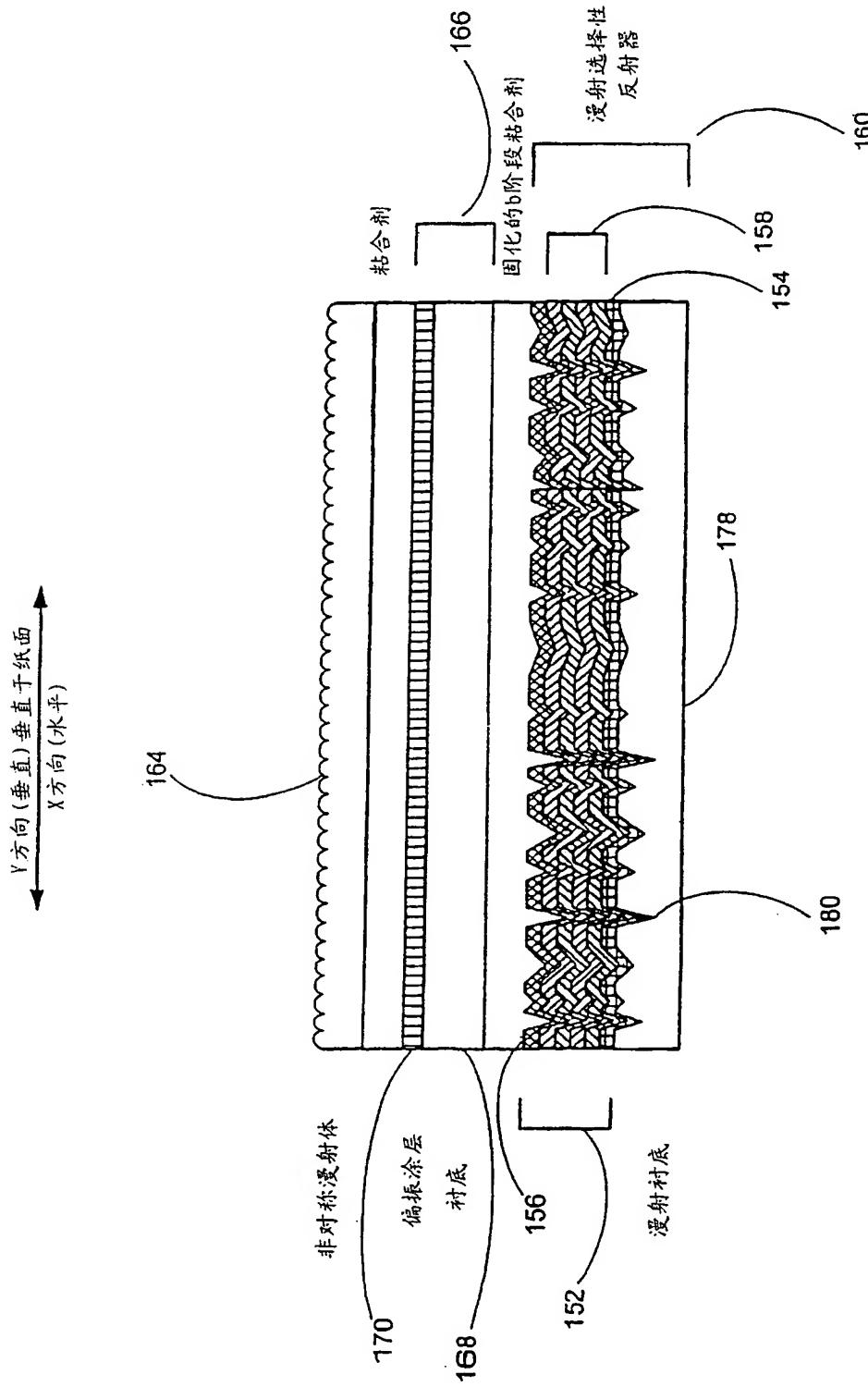


图 17B

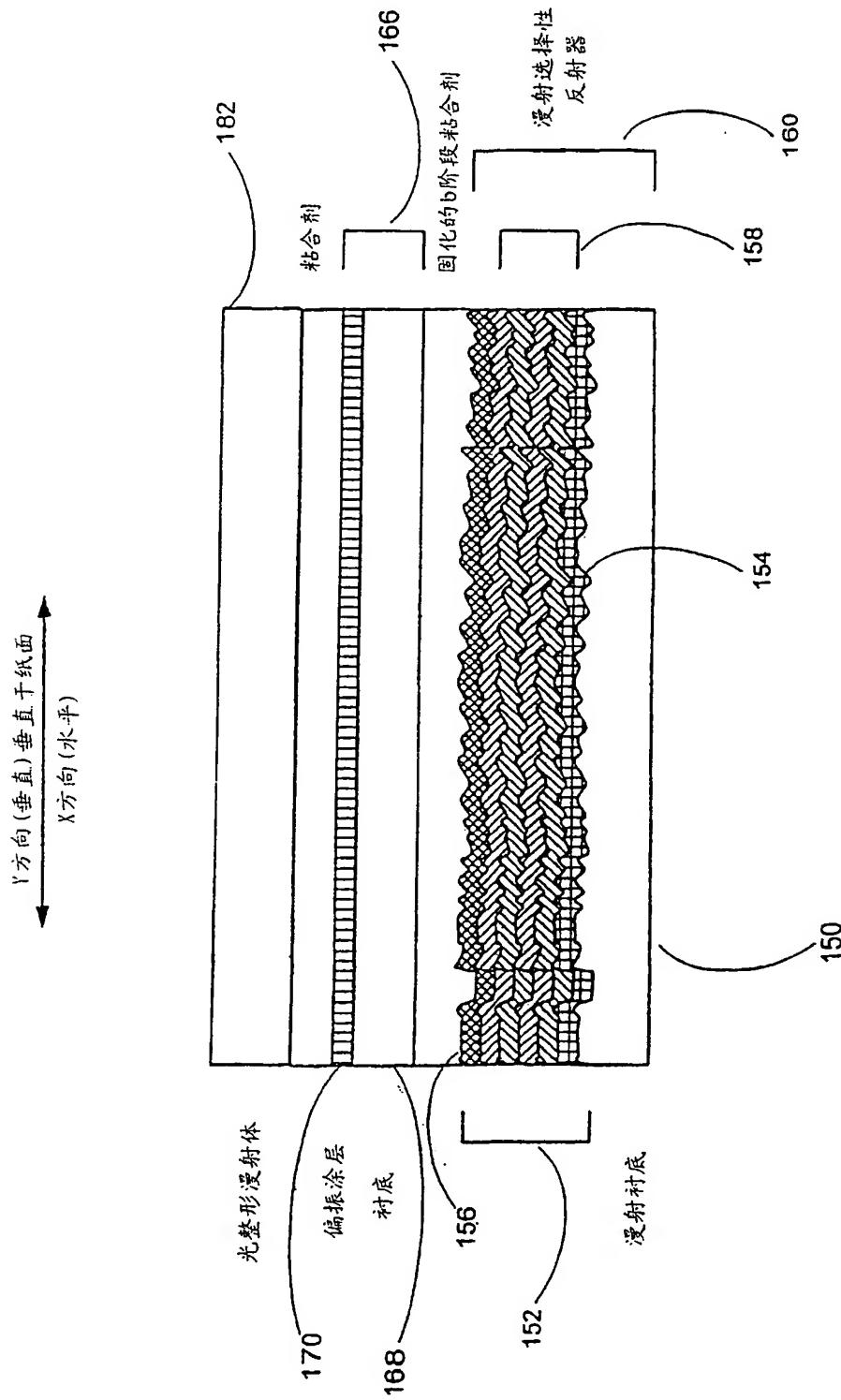


图 17C

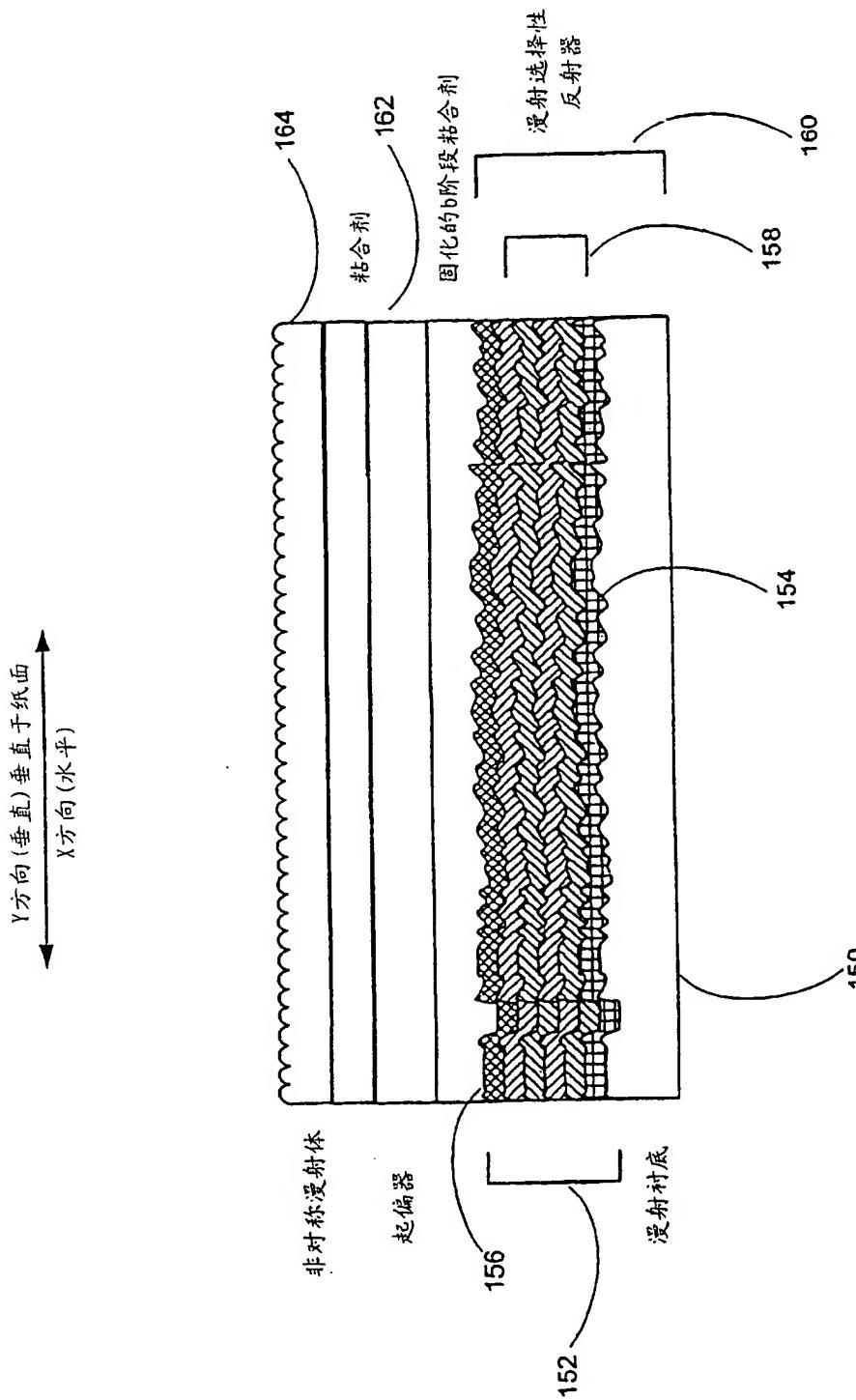


图 17D

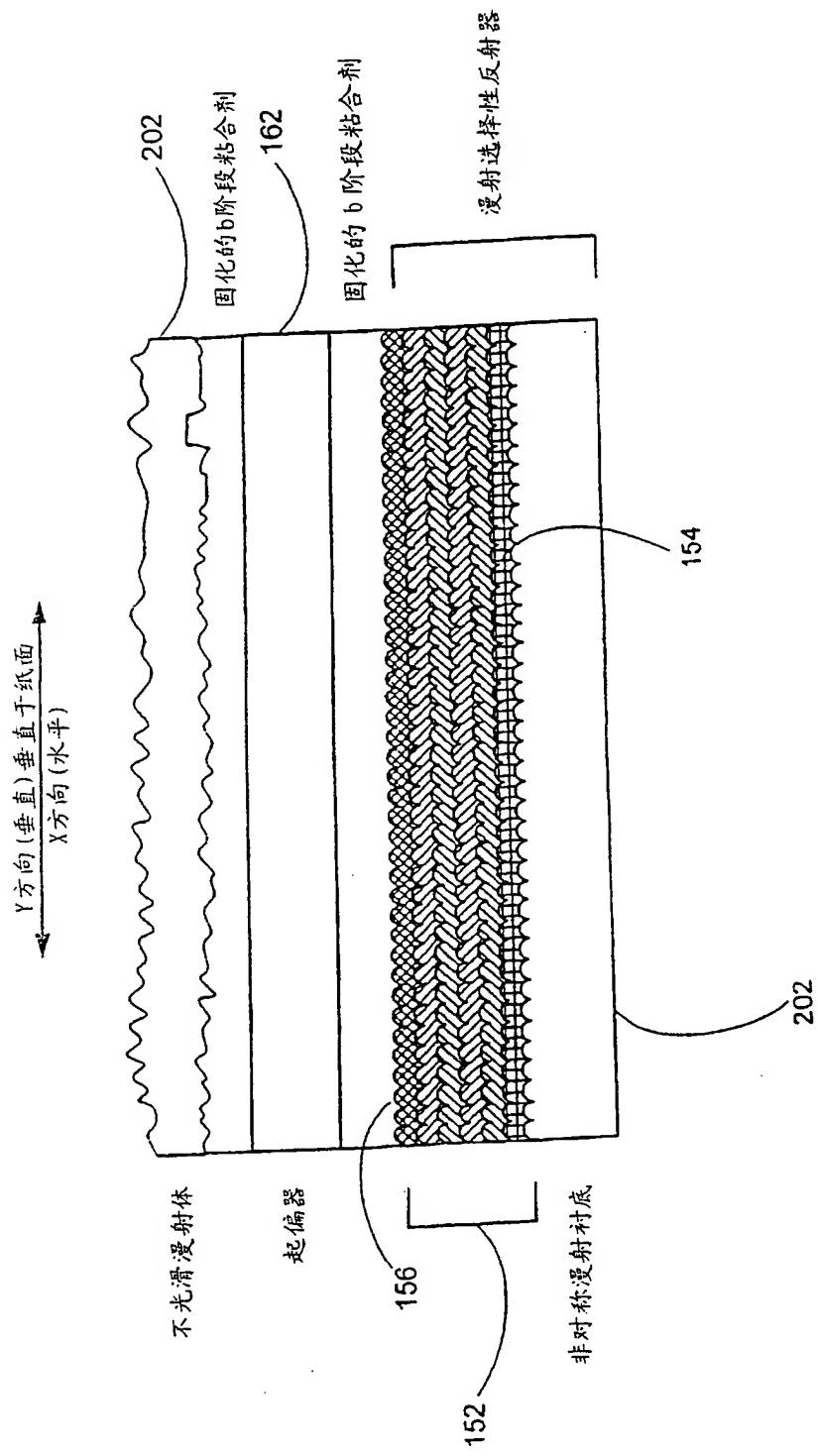


图 17E

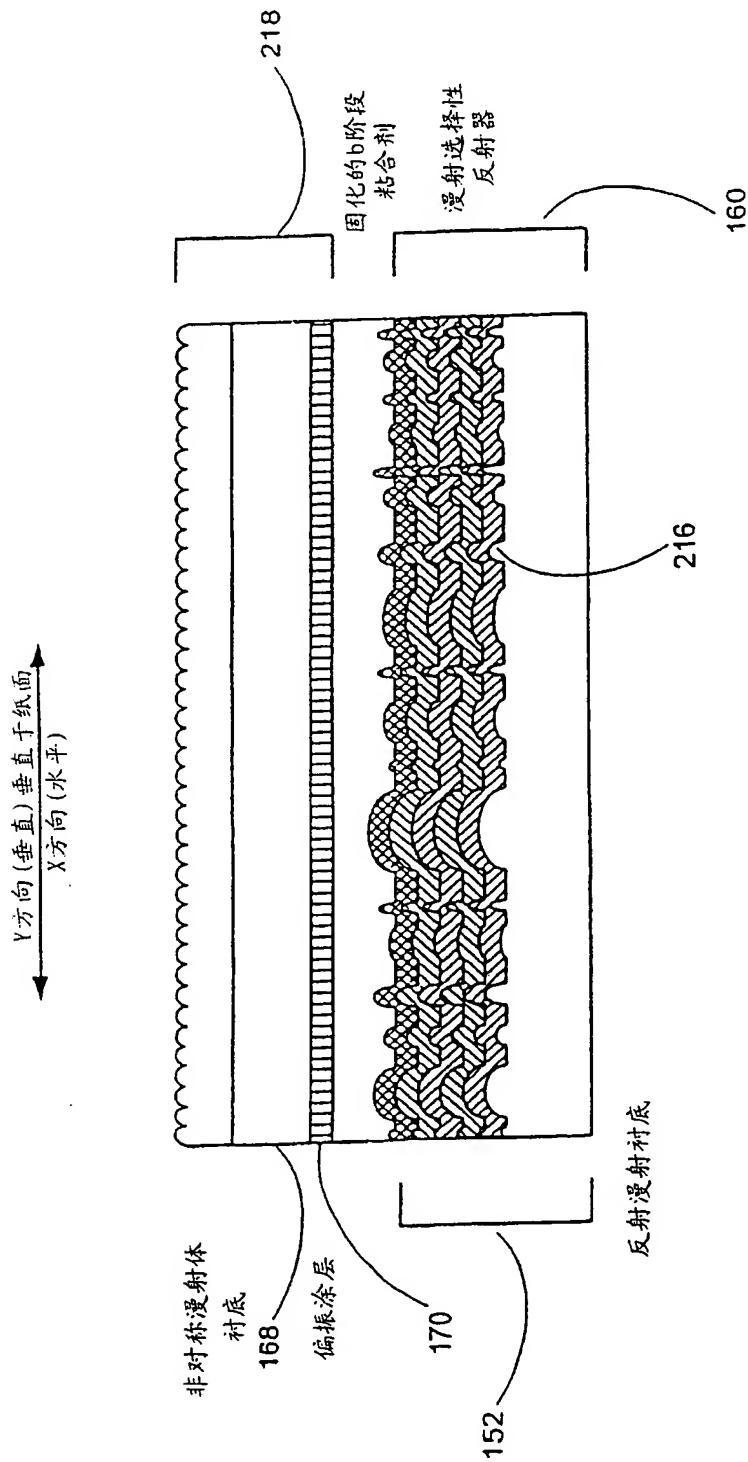


图 17F

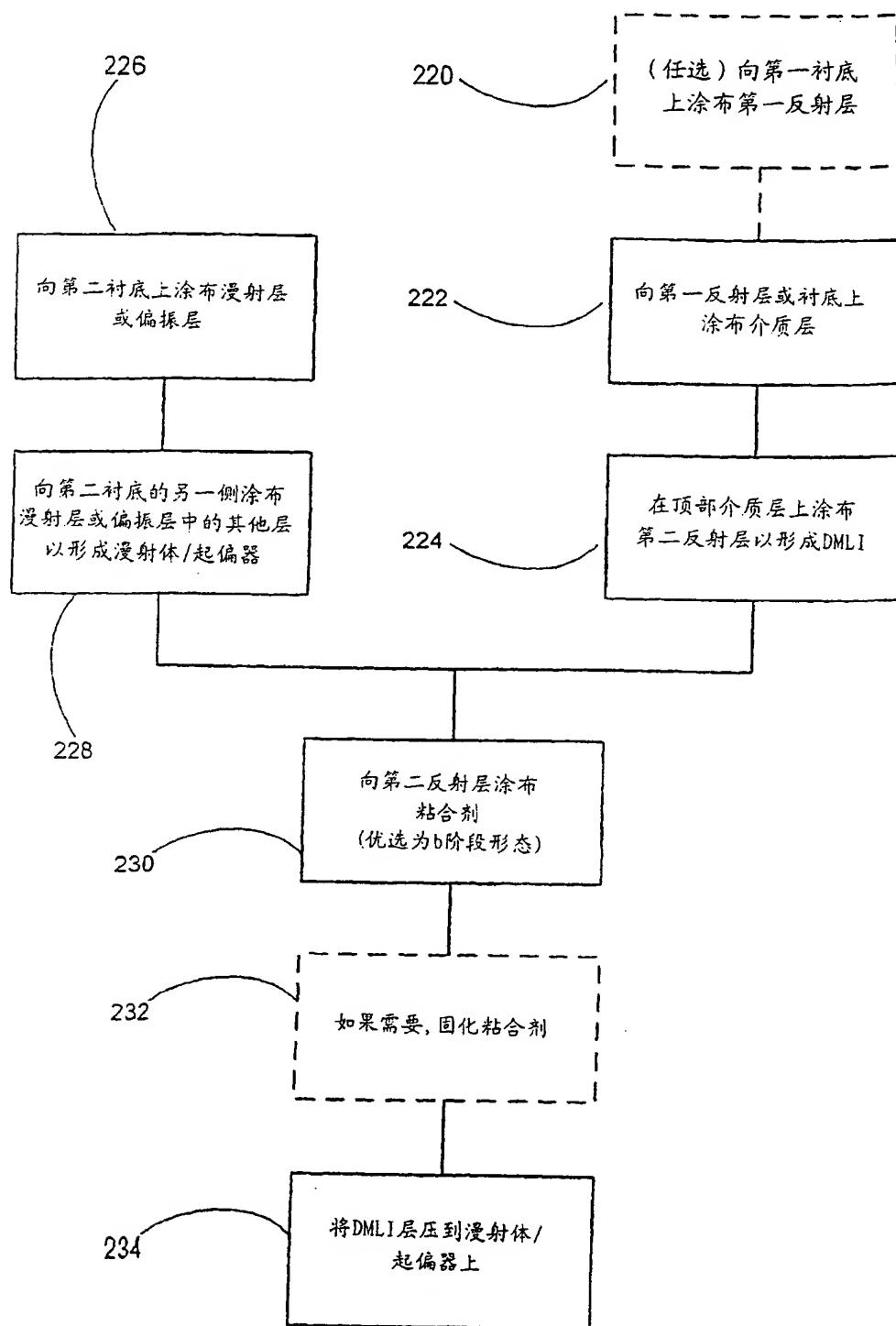


图 17G

图 9  
经滤波的投影仪的光的光谱例  
10/19/00, R. L.

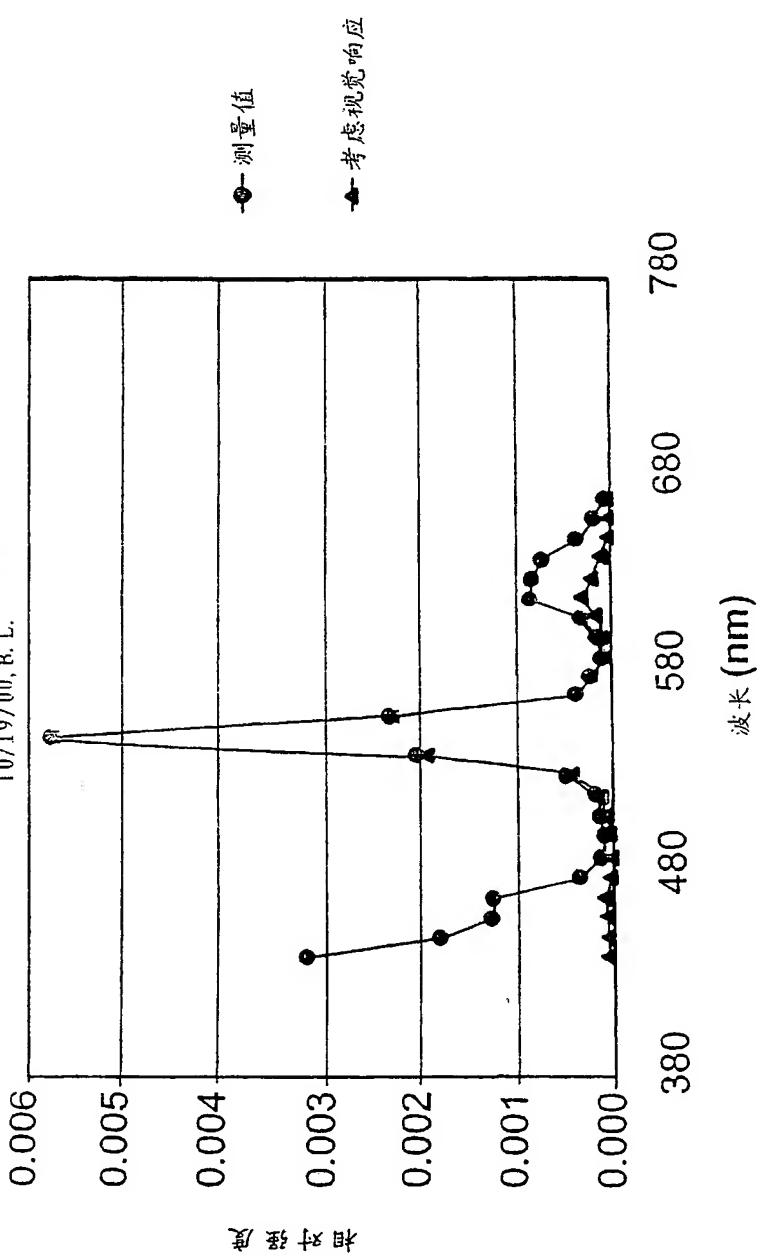


图 18

图 10  
色卡图  
10/19/00, B. L.

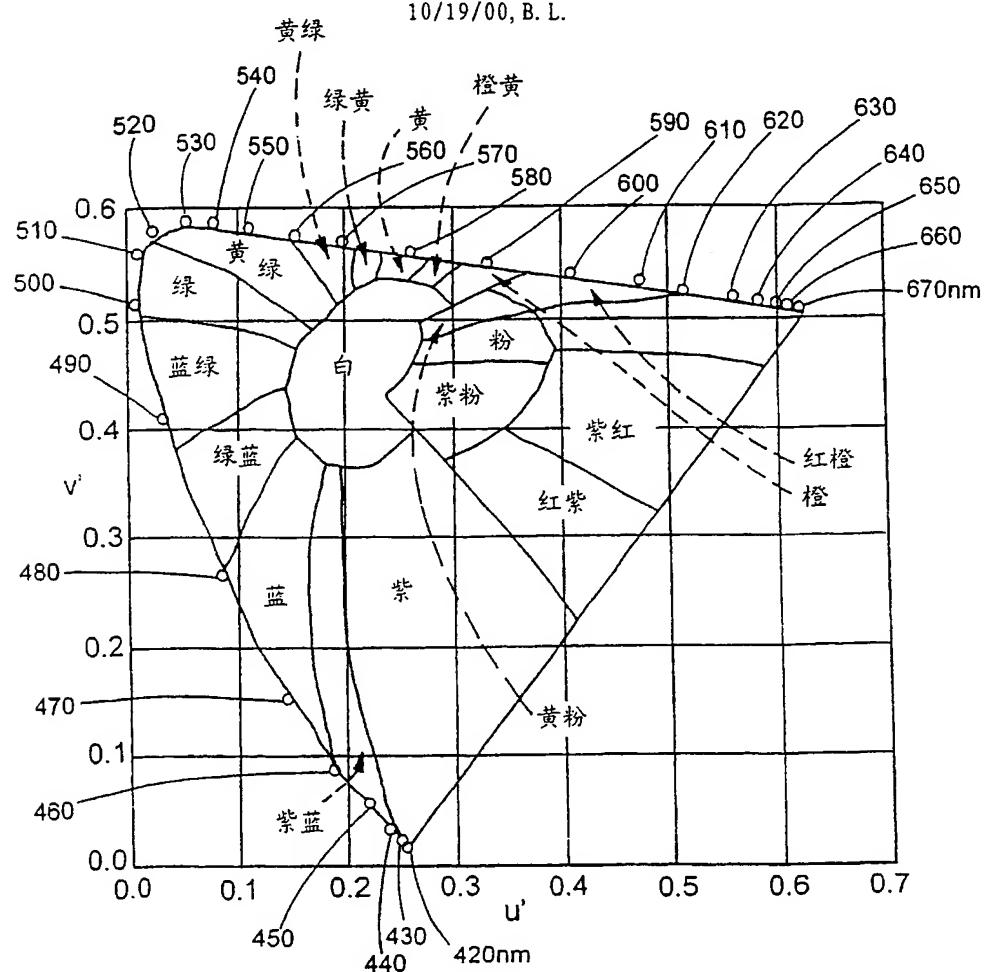
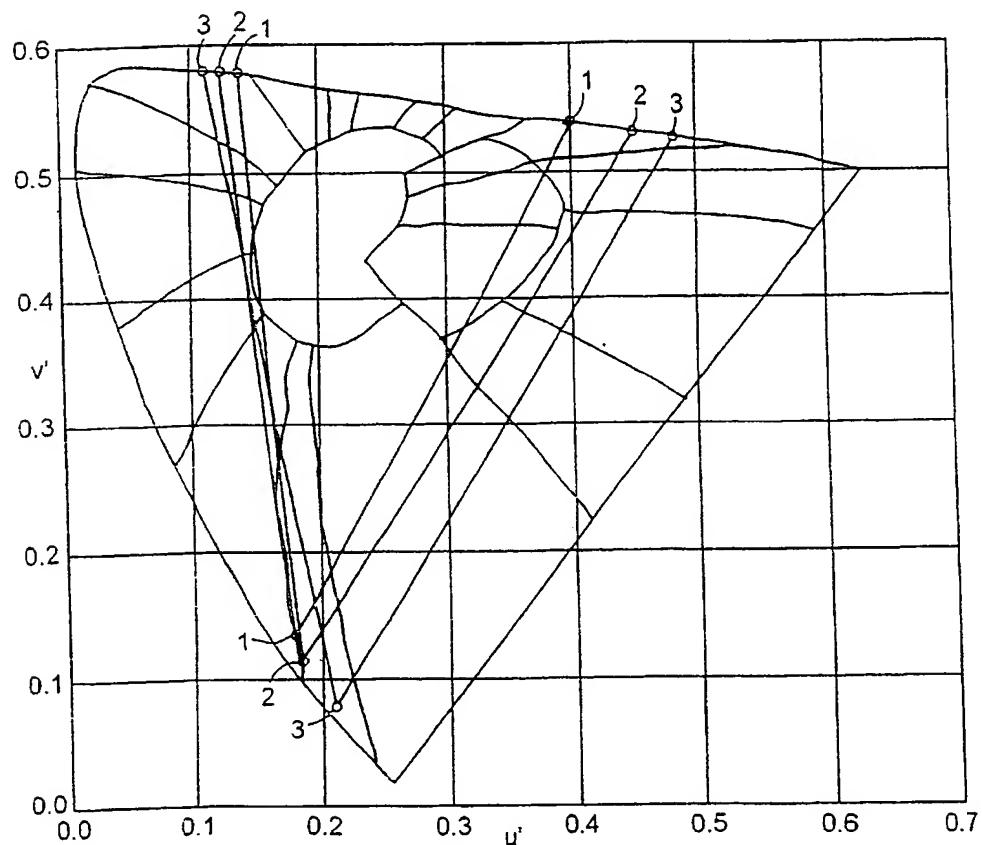


图 19

图 11  
改善的颜色性能

3/15/01, B. L.



- 1=投影仪在白色屏上
- 2=滤光投影仪在白色屏上
- 3=滤光投影仪在黑屏上

图 20

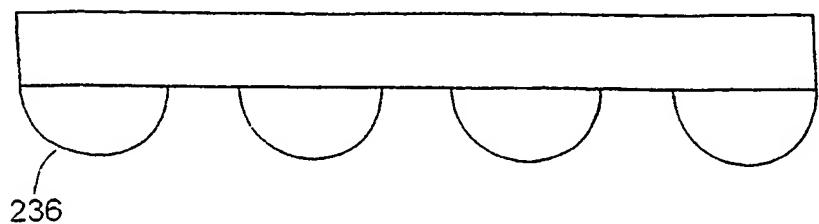


图 21A

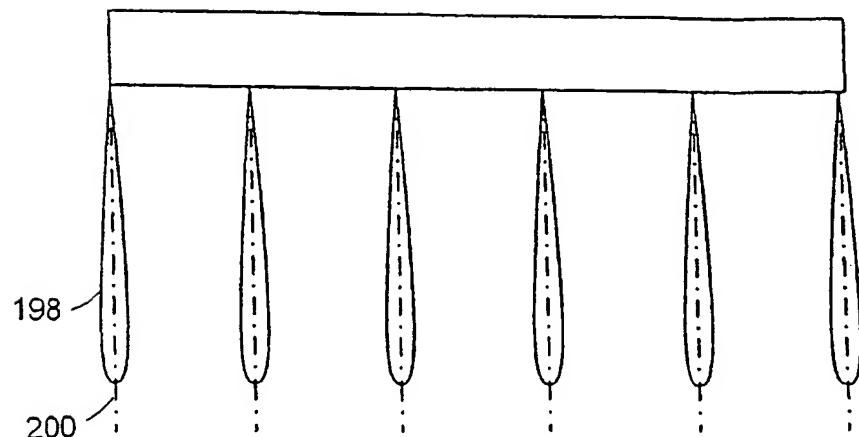


图 21B

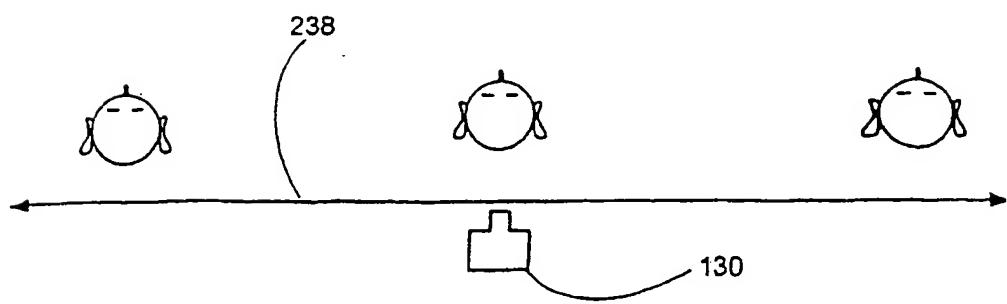
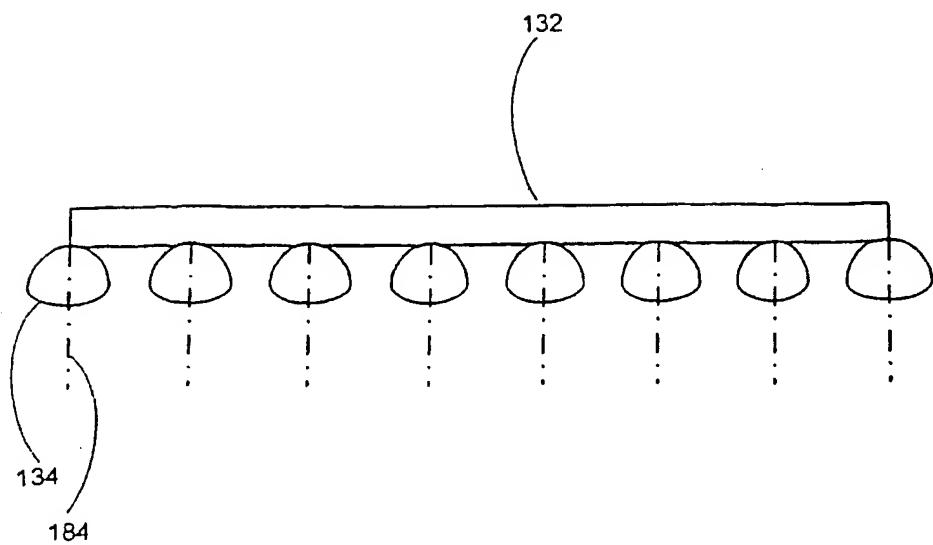


图 22

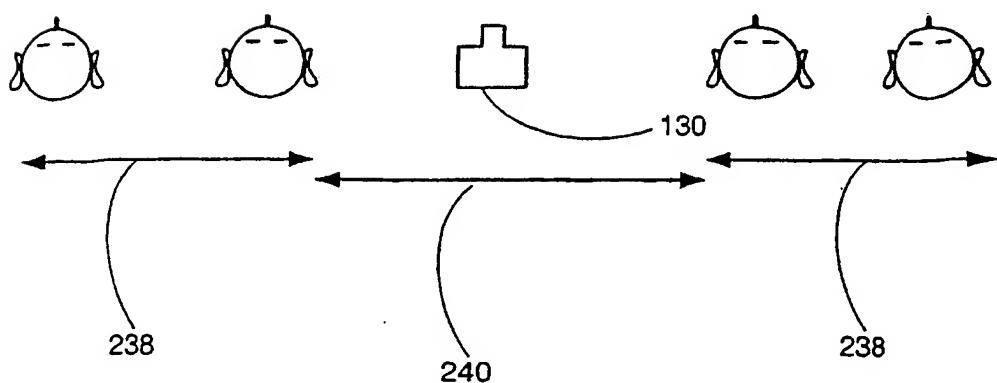
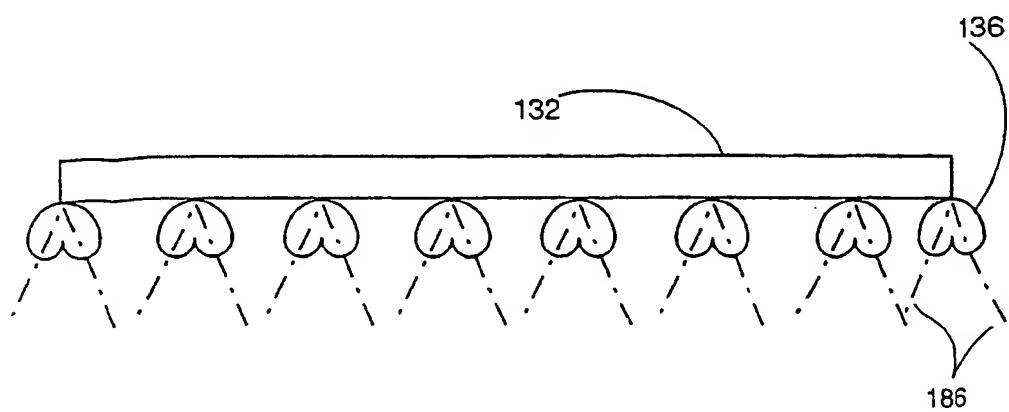


图 23A

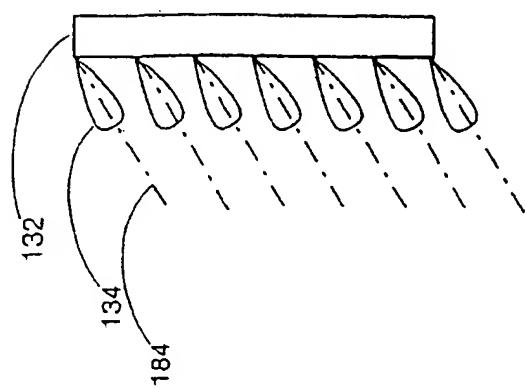
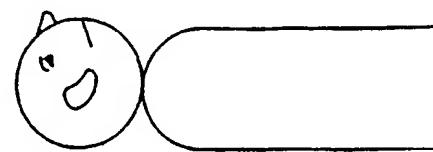


图 23B



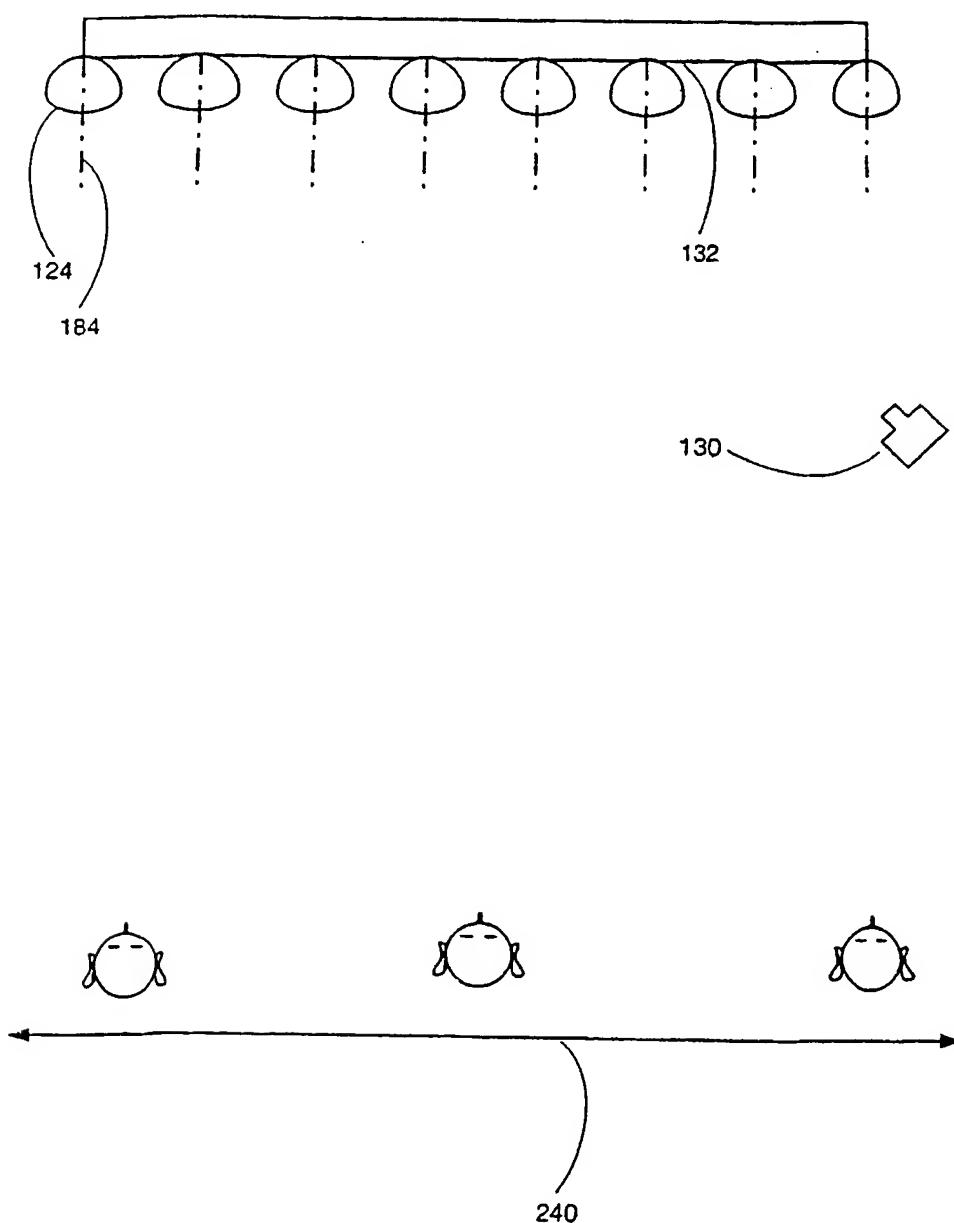


图 23C